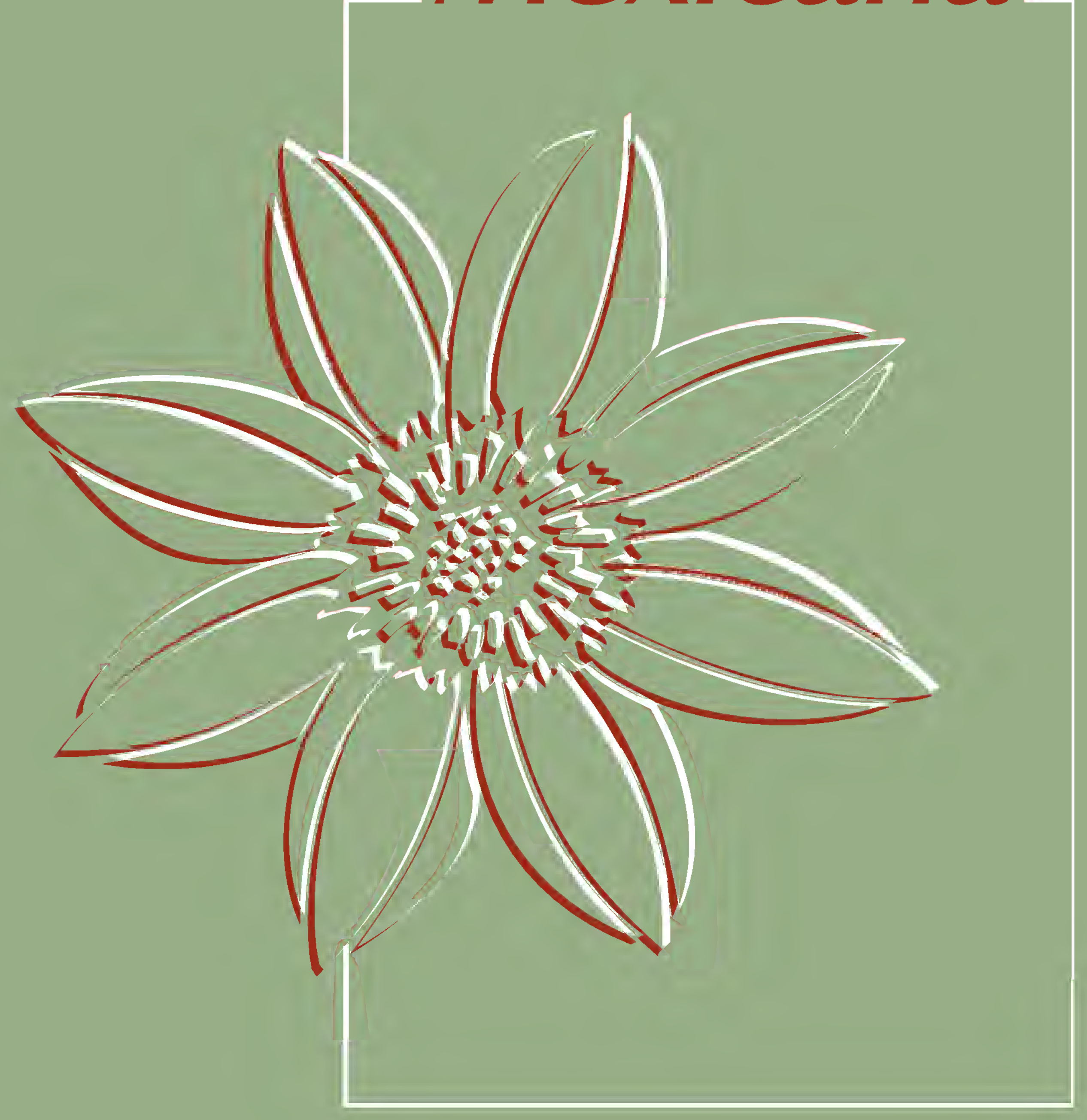
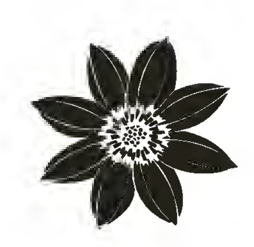
ISSN 0187-7151

Acta Botanica Mexicana



INECOL

Número 109
OCTUBRE 2014
Pátzcuaro, Mich.



Acta Botanica Mexicana

Acta Botanica Mexicana (ISSN 0187-7151) es una publicación de Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas. Todo artículo que se presente para su publicación deberá dirigirse al Comité Editorial de Acta Botanica Mexicana. Pueden reproducirse sin autorización pequeños fragmentos de texto siempre y cuando se den los créditos correspondientes. La reproducción o traducción de artículos completos requiere el permiso de la institución que edita la revista. Las normas editoriales e instrucciones para los autores pueden consultarse en la página www1.inecol.edu.mx/abm

Acta Botanica Mexicana está actualmente incluida en los siguientes índices y bases de datos de literatura científica: Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Dialnet, Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACyT, Journal Citation Reports/Science Edition (con cálculo de factor de impacto), Latindex – Catálogo, RedALyC, SciELO Citation Index y Scopus.

Acta Botanica Mexicana 109: 1-22 (2014)

SALVIA TILANTONGENSIS (LAMIACEAE), UNA ESPECIE NUEVA DE LA MIXTECA ALTA DE OAXACA, MÉXICO

Jesús Guadalupe González-Gallegos[1, 3] y Remedios Aguilar-Santelises[2]

[1]Universidad de Guadalajara, Departamento de Botánica y Zoología, Herbario "Luz María Villarreal de Puga" del Instituto de Botánica (IBUG), km 15.5 carretera Guadalajara-Nogales, Las Agujas, 45110 Zapopan, Jalisco, México.
[2]Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, calle Hornos 1003, 71230 Xoxocotlán, Oaxaca, México.
[3]Autor para la correspondencia: xanergo@hotmail.com

RESUMEN

Se describe e ilustra a *Salvia tilantongensis* como una especie nueva de la Mixteca Alta de Oaxaca, México. El taxon es similar en su morfología a *Salvia fulgens* y *S. gesneriiflora*. Se distingue de ambas por su corteza exfoliante, peciolos articulados en un engrosamiento del nudo, hojas más estrechas, brácteas florales de menor tamaño y de ápice más corto, pedicelos más largos durante la fructificación, los lóbulos del cáliz agudos y largamente aristados, lóbulo medio del labio inferior de la corola incurvado cóncavo, filamento y estilo más cortos, y rama inferior del estilo más larga. Además, difiere de *S. fulgens* por la ausencia de un par de papilas en la porción basal del tubo de la corola. También se provee de descripciones detalladas de *S. fulgens* y *S. gesneriiflora*.

Palabras clave: endemismo, *Salvia fulgens*, *Salvia gesneriiflora,* sección *Fulgentes*, sección *Nobiles*.

ABSTRACT

Salvia tilantongensis is described and illustrated as a new species from the Mixteca Alta of Oaxaca, Mexico. The new taxon is morphologically similar to *Salvia fulgens* and *S. gesneriiflora*. It differs from both by its exfoliating bark, petioles attached to a thickened base from the node, narrower leaves, smaller floral bracts and with a shorter apex, longer

pedicels during fructification, acute and long aristate lobes of the calyx, middle lobe of lower corolla lip incurved-concave, shorter filament and style, and longer lower stigmatic branch. Furthermore, it is distinguished from *S. fulgens* by the absence of a pair of papillae inside the basal portion of the tube of the corolla. Detailed descriptions of *S. fulgens* and *S. gesneriiflora* are also provided.

Key words: endemism, *Salvia fulgens*, *Salvia gesneriiflora*, section *Fulgentes*, section *Nobiles*.

El género *Salvia* L. es uno de los más diversos dentro de la familia Lamiaceae, con 900 a 1000 especies a escala global (Standley y Williams, 1973; Harley et al., 2004). Exhibe una distribución casi cosmopolita, no tiene representantes silvestres únicamente en Australia y las regiones más frías de ambos hemisferios. Sus principales centros de diversificación se encuentran en México, la cuenca del Mediterráneo, China y Medio Oriente (Harley et al., 2004; Walker et al., 2004). La morfología particular del androceo de sus flores (un par de estambres con conectivo alargado que separa a las dos tecas, la posterior frecuentemente reducida o ausente y el conectivo modificado en una especie de timón) la distingue, y es clave durante la polinización de las flores del género (Claβen-Bockhoff et al., 2003; Walker et al., 2004; Walker y Sytsma, 2007; Wester y Claβen-Bockhoff, 2006a, 2006b, 2007a, 2007b, 2011). Sin embargo, la monofilia de *Salvia* y su delimitación tradicional (Bentham, 1832, 1848, 1876; Briquet, 1897) han sido cuestionadas ante los resultados obtenidos de análisis filogenéticos con base en secuencias de ADN, los cuales han demostrado que se trata de un grupo polifilético debido a que otros géneros (*Dorystaechas* Boiss. & Heldr. ex Benth., *Meriandra* Benth., *Perovskia* Kar., *Rosmarinus* L. y *Zhumeria* Rech. f. & Wendelbo) han derivado de antecesores dentro del linaje de *Salvia* (Walker et al., 2004; Walker, 2006; Walker y Sytsma, 2007; Jenks et al., 2011; Jenks et al., 2013). Esto demanda la necesidad de una recircunscripción de los componentes de este género en el futuro próximo, pero de momento se sigue respetando la delimitación tradicional.

México, con alrededor de 300 especies, es el país que alberga la mayor riqueza de *Salvia* (Ramamoorthy y Elliott, 1998; Villaseñor, 2004; Martínez-Gordillo et al., 2013). Casi la totalidad de las especies de nuestro país, incluidos los taxones que se describen en este documento, pertenecen al subgénero *Calosphace* (Benth.) Epling. Sin embargo, también existen representantes de los subgéneros *Heterosphace* (*Salvia henryi* A. Gray, *S. roemeriana* Sheele y *S. summa* A. Nelson), y *Salviastrum* (*S.*

texana (Sheele) Torr. y *S. whitehousei* Alziar), y de la sección *Audibertia* (*S. apiana* Jeps., *S. brandegeei* Munz, *S. californica* Jeps., *S. carduacea* Benth., *S. clevelandii* (A. Gray) Greene, *S. columbariae* Benth., *S. mohavensis* Greene, S. *munzii* Epling, *S. pachyphylla* Epling ex Munz y *S. vaseyi* (Porter) Parish) (Epling, 1938; Strachan, 1982; Neisess, 1983; Walker y Elisens, 2001; Martínez-Gordillo et al., 2013). Ramamoorthy y Elliott (1998) reconocieron, con base en referencias bibliográficas y datos inéditos del primer autor, que el estado de Oaxaca contiene la mayor cantidad de especies al poseer una cifra de 63. En esa misma publicación señalaron 35 especies para Chiapas y 48 para Michoacán. Sin embargo, revisiones puntuales recientes para estas dos últimas entidades revelan una cantidad mayor para cada una de ellas, 84 para Oaxaca (García-Mendoza y Meave, 2011), 75 para Chiapas (Domínguez-Vázquez et al., 2002) y 73 (Rodríguez-Jiménez y Espinosa-Garduño, 1996) o 64 (Cornejo-Tenorio e Ibarra-Manríquez, 2011) para Michoacán. El incremento en el número de especies es contundente, lo que señala que persiste un conocimiento insuficiente del género en el país. Es de esperar que el desarrollo de investigaciones y exploración botánica resulten en el descubrimiento de taxones en lugares donde no hayan sido registrados antes, y de algunos aún no descritos. En este sentido, aquí se presenta y describe una de estas nuevas adiciones: *Salvia tilantongensis*, especie que es semejante en su morfología a *Salvia fulgens* Cav. y *S. gesneriiflora* Lindl. & Paxton; éstas son a la vez parecidas entre sí y confundidas con frecuencia, por lo que en este documento se ofrece primero una descripción detallada de ellas, para luego contrastarlas con *S. tilantongensis*.

La especie fue evidenciada durante el desarrollo de un estudio florístico en el municipio de Santiago Tilantongo, Oaxaca; una vez que se determinó que se pudiera tratar de un taxon no descrito, se procedió a revisar especímenes de herbario de las especies más afines. Las colecciones consultadas fueron: CHAPA, CIIDIR, CIMI, CREG, ENCB, GUADA, HUAA, HUMO, IBUG, IEB, MEXU, MICH, OAX, UC, WIS y ZEA. La información de las etiquetas de los especímenes examinados fue capturada en una base de datos. Se estimaron las coordenadas geográficas para aquellos registros que carecían de ellas de acuerdo con los criterios de Wieczorek (2001) pero sin el cálculo de radios de incertidumbre. Con base en lo anterior, se elaboraron mapas con los trazos individuales de cada taxon para ilustrar su distribución. A continuación se presentan los resultados:

Salvia fulgens Cav., Icon. 1: 15, t. 23. 1791. Tipo: Icon. 1: 1, t. 23 (lectotipo: ilustración depositada en el herbario MA, designado por Ramamoorthy, 1984). Fig. 1A.
Salvia cardinalis Kunth, Nov. Gen. Sp. (quarto ed.) 2: 301, t. 152. 1818.

Salvia boucheana Kunth, Index Sem. (Berlin): 9. 1845.
Salvia incana M. Martens & Galeotti, Bull. Acad. Roy. Sci. Bruxelles 11: 68. 1844.
Salvia orizabensis Fernald, Proc. Amer. Acad. Arts 35(25): 538. 1900.

Hierba perenne, sufruticosa, de 0.8 a 2(-4) m de alto, erecta y en ocasiones subescandente; tallos pilosos y puberulentos, con frecuencia cubiertos con tricomas glandular-capitados cortos. Hojas con peciolo de 1.1 a 5.0(-7.0) cm de largo, piloso y en ocasiones con tricomas glandular-capitados cortos; lámina ovado-lanceolada a ovada, de (1.5-)4.6 a 10.0(-14.0) × 2.0 a 3.3(-7.0) cm, aguda en el ápice, cordada, oblicua, truncada a redondeada en la base, serrada a serrulada en el margen, pilosa o con tricomas adpresos en el haz, pilosa o con menor frecuencia tomentosa en el envés. Inflorescencia terminal, de 9.5 a 30 cm de largo, con 4 a 8 verticilastros, cada uno con 2 a 8 flores, los de la base separados entre sí por 1.5 a 2.6 cm, eje floral piloso y con tricomas glandular-capitados cortos. Bráctea floral ovado-lanceolada, de (1.9-)2.0 a 3.6(-4.3) × 0.6 a 1.0 cm, decidua, verde o roja, truncada en la base, largamente atenuada en el ápice (9.0 a 19.6 mm), margen entero, pilosa en la cara externa y en ocasiones con tricomas glandular-capitados cortos. Flores con pedicelos de 4.0 a 8.0 mm de largo (hasta 11.3 mm en fruto), pilosos y con tricomas glandular-capitados cortos. Cáliz de 1.4 a 1.8 cm de largo, de 0.6 a 0.9 cm de ancho en la garganta (alcanzan hasta 2 × 1.2 cm en fruto), verde o rojo, piloso o hispídulo en el exterior y con tricomas glandular-capitados cortos, hispídulo a glabro en el interior y hacia los labios, lóbulos agudos, el superior entero, con 5 o 7 venas. Corola de color rojo brillante, pilosa en el labio superior y en el dorso de la porción media distal, o en algunas ocasiones con algunos tricomas dispersos a todo lo largo; tubo de 2.5 a 3.6(-3.9) cm de largo, ventricoso, de 0.7 a 0.9(-1.0) cm de ancho en el vientre, recto en la base y ornamentado con un par de papilas en el interior; labio superior de 1.6 a 1.9(-2.1) cm de largo, labio inferior de 1.4 a 1.8 × (0.4-)0.6 a 1.0(-1.2) cm, lóbulo medio reflejo. Estambres insertos en la corola; filamento de 4.8 a 7.4(-8.3) mm de largo; conectivo de 2.2 a 2.8 cm de largo, recto, con un diente corto y retrorso después de la inserción del filamento hacia la porción posterior, o bien sin ornamentaciones, piloso en el dorso arriba de la inserción del filamento; teca de 3.0 a 3.8(-4.2) mm de largo; un par de estaminodios filiformes ubicados atrás y arriba de la inserción del filamento a la corola. Cuerno ginobásico de 0.9 a 1.6 mm de largo; estilo de 4.0 a 5.3(-5.6) cm de largo, piloso hacia el ápice, en las caras dorsal y ventral, rama superior arqueada, (2.5-)3.9 a 8.9 mm de largo, rama inferior aguda y recta, (1.3-)2.1 a 3.7 mm de largo. Mericarpio ovoide, de 3.0 a 4.1 × 1.9 a 2.5 mm, café oscuro uniforme o café claro y jaspeado con un tono más oscuro, liso y glabro.



Fig. 1. Flores de A. *Salvia fulgens*, B. *S. gesneriiflora* y C. *S. tilantongensis* sp. nov. El inciso D. muestra el tallo exfoliante de esta última (fotografías tomadas por J. G. González-Gallegos. A. en Acuitzio del Canje, Michoacán; B. en Sierra de Manantlán, Jalisco; C y D. en Santiago Tilantongo, Oaxaca).

Material selecto examinado: MÉXICO, **Distrito Federal**. Álvaro Obregón: San Bartolo, 2700 m, 17 jul 1977, *A. Ventura-A. 2937* (MEXU); Magdalena Contreras: Llanos de Copilco, al SE del Tercer Dínamo, 10 dic 1983, *J. L. Villaseñor-R. & E. Martínez-S. 633* (MEXU); Cuajimalpa: Área Natural Protegida Desierto de los Leones, 19°17'7" N 99°18'45" W, 3250 m, 10 jun 2005, *A. Espinosa-H. et al. 79* (MEXU); Milpa Alta: Volcán Tláloc, ladera E, 3200 m, 23 jul 1986, *G. Zamudio-V. 15* (MEXU); Tlalpan: Topilejo, 2650 m, 27 nov 1976, *A. Ventura-A. 2425* (MEXU). **Estado de México**. Amecameca: 12 km al E de Amecameca, 14 nov 1976, *A. Marín-M. 183* (IBUG, MEXU); Chalco: cerca de la colonia Agrícola Manuel Ávila Camacho, 2750 m, 11 sep 1966, *A. Vargas-N. s.n.* (MEXU); 2 km al N de San Pedro, cerca de Amecameca, 2680 m, 26 ago 2000, *M. Crone 15* (OAX); Iturbide: alrededores de la Presa de Iturbide, 28 nov 1982, *C. García-G. 130* (IBUG, IEB, MEXU, OAX); Ixtapaluca: campo experimental de investigación y enseñanza Zoquiapan, 3300 m, 8 jul 1978, *J. García-P. 12923* (GUADA); Naucalpan: Villa Alpina, 3200 m, 7 nov 1979, *B. J. Guillermo-R. 69* (CIIDIR, MEXU); San Felipe: Palo Amarillo, 3100 m, 28 jul 1984, *A. Hernández-F. et al. 91*(MEXU); San José de Allende: 71 km W of Toluca near hwy 15, 26 km E of Zitácuaro, near the Michoacán border, 19°24' N 100°10' W, 2700 m, 11 nov 1985, *S. A. Reisfield 1260* (MEXU); Texcoco: Santa Catarina del Monte, 15 nov 1983, *E. Ventura-V. 1604* (IBUG, IEB); Tlalmanalco: aproximadamente 3 km al E de San Rafael, 2700 m, 19 sep 1976, *P. G. García-G. 457* (IEB, MEXU); Zinacantepec: 2 km S de Raíces, Nevado de Toluca, 19°11'27" N 99°48'28" W, 3262 m, 15 jul 2002, *J. Martínez-R. et al. 22* (MEXU); Villa de Allende: en el ejido Cuesta del Carmen, cerca del límite entre Michoacán y México, 2830 m, 2 abr 1985, *J. C. Soto-N. et al. 7920* (MEXU). **Guerrero**. Coyuca de Catalán: 80 km por la carretera de Ixtapa-Zihuatanejo rumbo a Coyuca de Catalán (Ciudad Altamirano), 17°58'53.3" N 101°12'22.3" O, 1751 m, 26 sep 2010, *J. G. González-Gallegos et al. 731* (IBUG). **Hidalgo**. Huasca de Ocampo: San Miguel Regla, 27 sep 1987, *E. Argüelles 1981* (MEXU). **Michoacán**. Angangueo: Estación Chincua, Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, 19°39'75" N 100°16'34" W, 3190 m, 4 ago 2000, *M. G. Cornejo-T. 19* (IEB, MEXU); Contepec: cerro Altamirano, 2 km de Contepec, 20°0'21" N 100°7'34" W, 2400 m, 15 sep 2005, *M. G. Cornejo-T. & M. A. Salinas-M. 1579* (IBUG, IEB); Cuanajo: cerro del Burro, 20 oct 1985, *J. M. Escobedo 513* (IBUG, IEB); Huiramba: parte alta del cerro de la Taza, 22 ago 1986, *H. Díaz-B. & S. Zamudio 2620* (CIIDIR, IBUG, IEB, MEXU); Los Reyes: aproximadamente 3 km al N de Pamatácuaro, 3080 m, 22 oct 1990, *L. Torres-R. 491*(ENCB, IEB); Morelia: parte alta del cerro del Águila, 3100 m, 19 ago 1988, *S. Zamudio 6679* (IEB, MEXU); Ocampo: El Rosario, 19°35'51" N 100°15'59" W, 3230 m, 5 mar 2009, *G.*

Cornejo-T. & G. Ibarra-Manríquez 3383 (IEB, MEXU); Pátzcuaro: cerro El Frijol, 2900 m, 26 oct 1989, *E. Pérez-C. 686* (IEB, MEXU); Quiroga: ladera sur del cerro Tzirate, 18 sep 1986, *H. Díaz-B. & S. Zamudio 2833* (IEB, IBUG, MEXU); Salvador Escalante: en el cerro Burro, 14 km al SE de Opopeo, 2820 m, 12 oct 1985, *J. C. Soto-N. 10782* (IEB, MEXU); Tancítaro: lado W del volcán de Tancítaro aprox. a 3 km al NE de El Jazmín, 29 sep 1989, *I. García-R. & J. Nava V. 2919* (CIMI, GUADA, IBUG, IEB); Tangancícuaro: aproximadamente 2 km al SW de Patamban, cerro Patamban, 2400 m, 1 abr 1989, *L. Torres-R 221* (IEB); Tlalpujahua: ejido San Pedro Tarimbaro, 16 ene 1987, *S. Zamudio & N. López 5114* (IEB, IBUG); Zinapécuaro: Camino Viejo, hacia la presa La Gachupina, 2640 m, 11 oct 1984, *M. J. Jasso 287* (IEB, MEXU); Zitácuaro: 20 km al NE de Zitácuaro, 2560 m, 28 ene 1986, *J. C. Soto-N. 11877* (MEXU). **Morelos**. Huitzilac: W of Lagunas de Zempoala guard station, near Morelos-Mexico state line, 2800 m, 10 ago 1981, *D. Engle & D. Remington 91* (MEXU). **Puebla**. Tehuacán de las Granadas, 5000 ft, 1840, *H. Galeotti 643* (BR, P); Limestone hills near Tehuacán, ago 1897, *C. G. Pringle 7449* (ENCB); Caltepec: vicinity of San Luis Tultilanapa, near Oaxaca, jun 1908, *C. A. Purpus 3289* (UC); San Nicolás de los Ranchos: NE slope of Popocatépetl, above Xalitxintla, 3000 m, 16 oct 1968, *H. Ern 372* (ENCB). **Tlaxcala**. Nanacamilpa: 2.5 km al W de San Felipe Hidalgo, 2700 m, 17 mar 1998, *M. Agonizante 66* (MEXU). **Veracruz**: Orizaba, 1855 o 1856 (probablemente), *M. Botteri 1168* (GH).

Salvia fulgens se distribuye de manera predominante en la Franja Volcánica Transmexicana (Fig. 2). Crece en el Distrito Federal y en los estados de Guerrero, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Puebla y Tlaxcala (Fig. 2). También se registra de las inmediaciones del Pico de Orizaba en Veracruz con base en una única colecta (*M. Botteri* 1168, GH); sin embargo, debido a que la localidad del ejemplar es imprecisa, no se muestra en el mapa de distribución (Fig. 2). Por otra parte, si se aceptara la inclusión de *S. schaffneri* como sinónimo de *S. fulgens* de acuerdo con Epling (1939), la distribución de esta última especie tendría que extenderse a San Luis Potosí. No obstante, aquí no se reconoce tal propuesta ya que existen algunas características que difieren entre ambos taxones, por ejemplo las brácteas florales en *S. schaffneri* alcanzan hasta 5 mm de largo, mientras en *S. fulgens* varían de (1.9-) 2.0 a 3.6(-4.3). Sin embargo, es necesario que *S. schaffneri* sea redescubierta y una mayor cantidad de especímenes disponibles para tomar una decisión clara sobre su estatus taxonómico.

Salvia fulgens crece en bosques de oyamel, de pino y encino, y de forma ocasional en bosque mesófilo de montaña; ocupa un intervalo de elevación de 2400 a

3400 m, aunque en el Popocatépetl se ha registrado hasta a 3990 m (*Barkley et al. 25*, MEXU, UC). Por otra parte, los especímenes que corresponden a lo que se describió como *S. incana* (*Galeotti 643* (BR, P), *Pringle 7449* (ENCB) y *Purpus 3289* (UC)) fueron colectados probablemente en matorral xerófilo en suelos calcáreos, un ambiente que contrasta con el hábitat en que se desarrolla el resto de poblaciones de *S. fulgens*. Epling (1939) propuso *S. incana* como sinónimo de *S. fulgens*, de la cual no difiera más que por presentar láminas foliares de 1.5 a 2.5 cm de largo, esta reducción de tamaño bien podría ser una adaptación al ambiente más árido en que crece; sin embargo, los especímenes de *S. incana* carecen de brácteas florales y la descripción de la estructura no está detallada en su protólogo, por tanto es deseable que se realice exploración botánica para documentar mejor la variación morfológica del taxon y caracterizar su hábitat. Esta especie suele formar poblaciones densas. La floración y fructificación son sincrónicas, pueden desarrollarse en cualquier momento del año, pero con mayor frecuencia de agosto a noviembre. De manera regular se le conoce como mirto, y los Mazahuas la nombran como tsímbarenzé; además se registra su uso como forraje (*B. Farfán 40*, IEB).

Este taxon es muy semejante en su morfología vegetativa y floral a *Salvia gesneriiflora*. Los gradientes de variación en hábito y porte de las plantas, forma, tamaño, indumento y color de las hojas, longitud de las inflorescencias, y tamaño, color y pubescencia de las flores, conforman un continuo de variación que dificulta su valor como caracteres diagnósticos. Debido a lo anterior, la distinción entre estos taxones ha sido problemática, es frecuente encontrar errores de determinación en ambos sentidos en especímenes de herbario y en los listados florísticos. No obstante estas especies pueden reconocerse con base en las siguientes características: a) longitud de las brácteas florales, en *S. fulgens* miden de (1.9-)2.0 a 3.6(-4.3) cm, mientras en *S. gesneriiflora* en general son de menor longitud con una variación que va de (0.6-)0.7 a 2.0(-2.4) cm, b) presencia de un par de papilas en la base de la parte interna del tubo de la corola en *S. fulgens* y su ausencia en *S. gesneriiflora*, y c) longitud de la porción atenuada del ápice de las brácteas florales, en *S. gesneriiflora* va de 5.1 a 7.0 mm mientras en *S. fulgens* de 9.0 a 19.6 mm. Cabe señalar que las dos primeras características ya habían sido utilizadas por Ramamoorthy (2005) para distinguirlas.

La distribución de *Salvia fulgens* está embebida dentro de la de *S. gesneriiflora* (Fig. 2), aunque la anterior además extiende su área más hacia el norte en los estados de Colima, Durango, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Zacatecas y ocupa espacios en la porción sur de la Sierra Madre Occidental, aparte de los ya mencionados en la Franja Volcánica Transmexicana (Fig. 2).

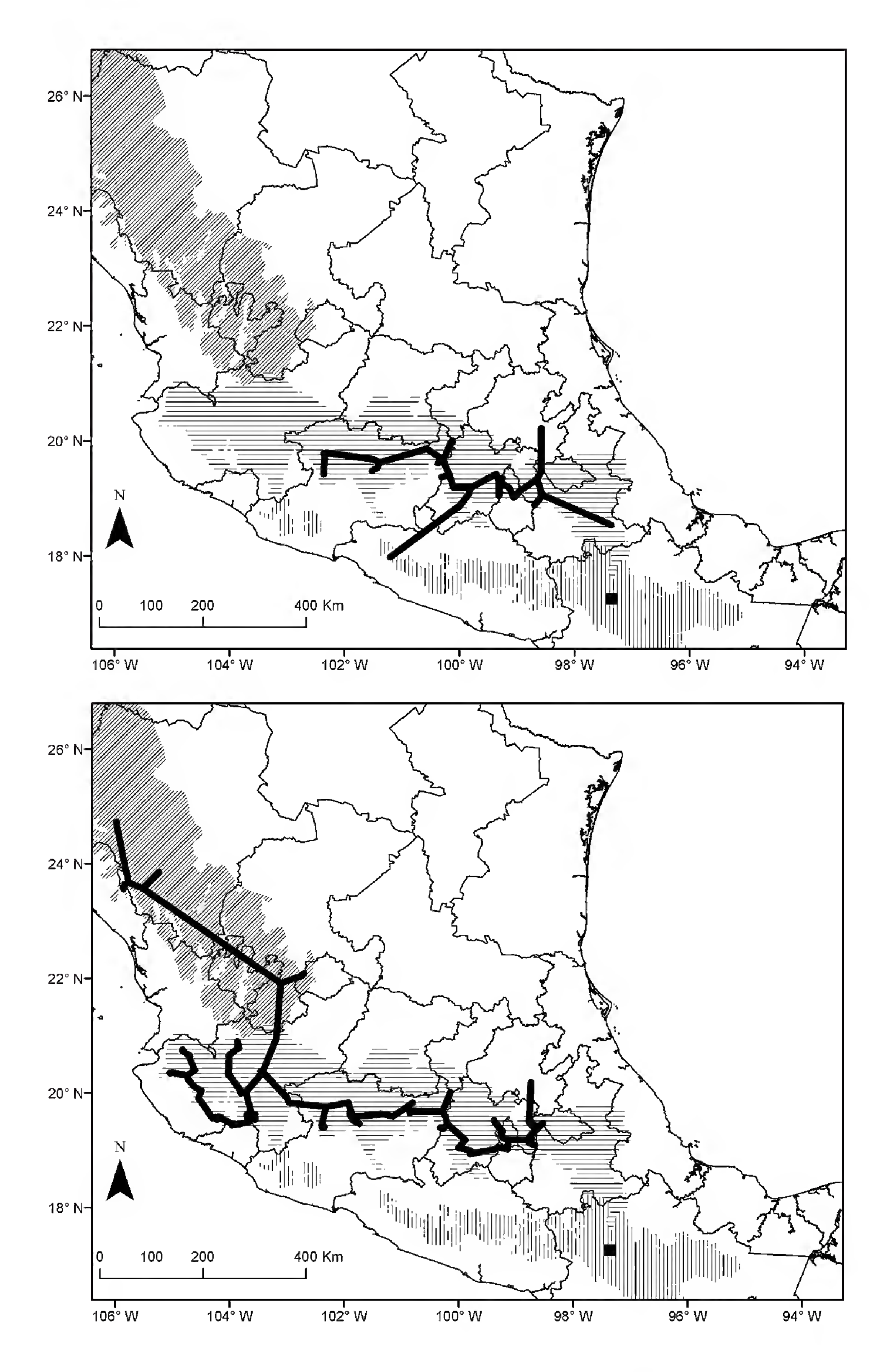


Fig. 2. Mapa de distribución mediante trazos individuales de *Salvia fulgens* (porción superior) y *S. gesneriiflora* (porción inferior). *Salvia tilantongensis* sp. nov. se conoce de una sola localidad y está señalada con un cuadrado. Las áreas de la Sierra Madre del Sur (sombreado de líneas verticales), la Faja Volcánica Transmexicana (sombreado de líneas horizontales) y la Sierra Madre Occidental (sombreado de líneas diagonales) están resaltadas como referencia.

Salvia gesneriiflora Lindl. & Paxton, Paxton's Fl. Gard. 2: 49, t. 47. 1851. Tipo: lámina 47, Lindley & Paxton, 1851; elaborada con base en un ejemplar vivo cultivado a partir de semillas colectadas en México. Fig. 1B.
Salvia fulgens fo. *gesneriiflora* (Lindl. & Paxton) Voss, Vilm. Blumengärtn. (ed. 3) 1: 840. 1895.

Arbusto 0.8 a 2.5(-4) m de alto, a veces un poco decumbente o escandente; tallos tomentosos a pilosos y puberulentos, por lo general cubiertos con abundantes tricomas glandular-capitados. Hojas con peciolo 1.3 a 4.6(-8.0) cm de largo, piloso y cubierto por tricomas glandular-capitados cortos y glándulas sésiles; lámina ampliamente ovada a ovado-lanceolada, (3.0-)5.3 a 10.3(-16.0) × 2.0 a 6.6(-10.9) cm, aguda a acuminada o atenuada hacia el ápice, cordada a truncada o en ocasiones redondeada en la base, serrulada en el margen, pilosa o con tricomas adpresos en el haz, por lo común blanco-tomentosa y a menudo con puntos glandulares en el envés, las hojas jóvenes con tricomas glandular-capitados en ambas caras. Inflorescencia terminal, de 10 a 30(-44) cm de largo, 4 a 11(-17) verticilastros, cada uno con 2 a 6(-10) flores, los de la base de la inflorescencia separados entre sí por 1.4 a 3.0(-4.0) cm, eje floral piloso y cubierto con tricomas glandular-capitados. Bráctea floral ovada a ovado-lanceolada, (0.6-)0.7 a 2.0(-2.4) × 0.2 a 0.7(-1.0) cm, decidua, verde o roja, truncada en la base, atenuada en el ápice ((0.2-)1 a 3.2 mm), margen entero, pilosa en la cara externa y con tricomas glandular-capitados. Flores con pedicelos 5 a 10 mm de largo (hasta 12 mm en fruto), pilosos y con tricomas glandular-capitados. Cáliz (1.3-)1.7 a 2.5(-3.0) cm de largo, 0.5 a 0.8(-1.0) cm de ancho en la garganta, verde o rojo, piloso a hispídulo en el exterior y con tricomas glandular-capitados, hispídulo a glabro en el interior y hacia los labios, lóbulos agudos, el superior entero y con 5 o 7 venas. Corola de color rojo brillante, pilosa en el labio superior y en el dorso de la porción media distal, o en algunas ocasiones con algunos tricomas dispersos a todo lo largo; tubo 3.2 a 4.0(-4.4) cm de largo, por lo general ventricoso, 0.6 a 1.0(-1.2) cm de ancho en el vientre, recto en la base y epapilado; labio superior 1.6 a 2.1(-2.5) cm de largo, labio inferior 1.2 a 2.0(-2.4) × 0.5 a 1.0 cm, lóbulo medio reflejo. Estambres insertos en la corola; filamento 0.6 a 0.8(-0.9) cm de largo; conectivo (1.9-)2.0 a 2.6 cm de largo, con un diente corto y retrorso después de la inserción del filamento hacia la porción posterior, o bien sin ornamentaciones, puberulento en la cara dorsal y ventral en torno a la inserción del filamento; teca 3.6 a 4.5(-5.0) mm de largo; un par de estaminodios filiformes presentes atrás y arriba de la inserción del filamento a la corola. Cuerno ginobásico 1.0 a 1.6(-1.9) mm de largo; estilo 4.7 a 5.9(-6.6) cm de largo, piloso hacia el ápice, en las caras dorsal y ventral, rama superior arqueada, (5-)7 a 8 mm de largo, inferior aguda y recta, 2.0 a 3.2 mm de largo. Mericarpio ovoide,

2.8 a 3.5 × 1.6 a 2.0 mm, café oscuro uniforme o café claro y jaspeado con un tono más oscuro, liso y glabro.

Material selecto examinado: MÉXICO, **Aguascalientes**. Calvillo: Salto del Pilar, 2450 m, 15 abr 1985, *M. de La Cerda-L. s.n.* (HUAA). **Colima**. Comala: Parque Nacional Nevado de Colima, camino Comala - San Antonio - Nuevo Pueblo San Antonio, 19°29'20" N 103°39'57" W, 1770 m, 14 abr 2001, *G. Ibarra-M. et al. 4861* (MEXU); Minatitlán: Sierra of Manantlán, road from el Sauz to El Terrero, 19°26'51.6" N 103°56'6.47" W, 922 m, 5 dic 1999, *J. Cahill & M. J. Cházaro-B.3024* (CIMI, HUMO, MEXU, MICH). **Distrito Federal**. Magdalena Contreras: Rancho Pachita, 2700 m, 27 mar 1977, *A. Ventura-A. 2637* (CIIDIR, IBUG, MEXU); Capultitla San Bernabé, 2750 m, 13 mar 1977, *A. Ventura-A. 2639* (MEXU). **Durango**. Otaez: 5 km de Otaez, sobre el camino a Los Altares, 2300 m, 4 oct 1990, *A. Benítez-P. 2621* (CIIDIR, MEXU); Pueblo Nuevo: 8 km al E de El Palmito, carretera Mazatlán - Durango, 10 mar 1985, *P. Tenorio-L. & C. Romero de T. 8238* (MEXU). **Estado de México**. Amecameca: cerro Sacromonte, 2100 m, 2 nov 1981, *J. A. Vázquez-G. 637* (IBUG); 1 km al NE de Santo Tomás de Atzingo, 1450 m, *L. Pérez-J. 204* (IEB, OAX); Chalco: cerca de la colonia Agrícola Manuel Ávila Camacho, 2750 m, 11 sep 1966, *A. Vargas-N. 2750* (IBUG); Coatepec de Harinas: El Salto, 18°56'14.9" N 99°47'55.2" W, 2239 m, 28 feb 2010, *N. Muñoz-C. 379* (MEXU); Donato Guerra: cerro Pelón, 19°21'23" N 1001°16'18" W, 2300 m, 2 may 2005, *J. Martínez-C. et al. 1646* (IEB, MEXU); Jilotzingo: 3 km al NO de San Luis Ayucan, 2850 m, 29 ene 1978, *R. López-G. 11756* (GUADA); Ocuilan: San Juan Atzingo, 19°1' N 99°22' W, 2600 m, 6 feb 1987, *J. Castañeda-R. & P. Trejo-G. 48* (MEXU); Temascaltepec: Mesón Viejo, NE of Temascaltepec, on highway 130, 99°54' N 19°9' W, 2800 m, 10 nov 1988, *S. A. Reisfield 1257* (MEXU); Texcoco: Sta. Catarina, 2300 m, 26 oct 1985, *C. García s.n.* (IBUG); Tlalmanalco: 3 km al E de San Rafael, 2800 m, 1 ene 1965, *J. Rzedowski 19339* (MEXU); San Rafael, 2500 m, 19 feb 1983, *E. Ventura-V. 550* (IEB, OAX). **Hidalgo**. Pachuca: cerro de Las Ventanas, 6 km al N de Pachuca, 2900 m, 25 jun 1967, *C. Jiménez-R. 94-A* (MEXU). **Jalisco**. Ahualulco del Mercado: Ahualulco, camino al cerro Bola, aprox. 10 km al SE, 1600 m, 30 ene 1983, *A. de Santiago-C. 2* (IBUG); Autlán de Navarro: Sierra de Cacoma, 400 m al S del Punto de Santa Mónica, 2100 m, 7 ene 1995, *O. Vargas-P. & R. González-T. s.n.* (IBUG); Ciudad Guzmán: km 14 brecha El Fresnito-Antenas del Canal 13, Nevado de Colima, 2660 m, 12 sep 1983, *R. Ramírez-D. & L. M. González-V. 518* (IBUG); Cuautitlán: brecha a Las Capillas, Sierra de Manantlán, 2750 m, 20 nov 1981, *L. M. Villarreal de Puga et al. 11974* (IBUG); Jocotepec: cerro Grande, al N de Jocotepec, Sierra del

Madroño, 2400 m, 26 ene 1983, *O. Reyna-B. 89* (IBUG); Mazamitla: 3 km al SW de Mazamitla, 1800 m, 16 dic 1981, *J. J. Velasco-R. s.n.* (IBUG); Puerto Vallarta: rocky crest of low mountains of the Pacific slope, 7 km by rd. E of the crossing (El Crucero) Unidad Cuale-Talpa (a little pass with rd. jct. on top of Sierra El Cuale), 6 km due SE of Cuale and due E of the Minas de Zimapan, 2250-2340 m, 18 ago 1993, *T. S. Cochrane et al. 13141* (IBUG); San Martín Hidalgo: cerro El Huehuentón, al SW de Lagunillas, 2400 m, 2 ene 1987, *L. M. González-V. 2870* (IBUG); San Sebastián del Oeste: La Bufa, 7 abr 1993, *J. J. Reynoso-D. et al. 1262* (IBUG); Talpa de Allende: La Torre, 8 km al W de Cuale, 2200 m, 22 ene 2000, *L. M. González-V. 4648* (IBUG); Tecolotlán: sierra de Quila, ladera SE del cerro Huehuentón, 2100 m, 4 feb 1990, *J. J. Guerrero-N. 661* (IBUG); Tequila: cerro de Tequila, 1200-2500 m, 26 feb 1967, *L. M. Villarreal de Puga 12543* (IBUG); Tolimán: en las faldas del Nevado de Colima, 2000 m, 25 nov 1985, *C. O. Nathal-E. 45* (IBUG); Tonila: brecha a las Joyas, Nevado de Colima, 2340 m, 9 feb 1986, *R. Ramírez-D. 215* (IBUG, IEB); Tuxpan: Nevado de Colima, 2600 m, 10 feb 1974, *L. M. Villarreal de Puga 6048* (IBUG); Zapopan: 40 km de la carretera a Saltillo, 20 abr 1978, *J. Rivera & Quevedo s.n.* (IBUG); Zapotitlán de Vadillo: 10 km sobre la desviación al Nevado de Colima, a partir de El Fresnito, 2510 m, 6 abr 1988, *A. G. Mendoza 3826* (IBUG, IEB). **Michoacán**. Angangueo: Chincua, terrenos federales, 19º40'28" N 100º16'36" W, 3217 m, 27 oct 2004, *J. Martínez-C. et al. 1314* (MEXU); Charo: cerro de la Espadilla cerca de Las Mesas, 2400 m, 8 may 1987, *J. S. Martínez 2065* (CIIDIR, IBUG, IEB); Cherán: cerro de La Virgen, 3100 m, 15 oct 1990, *E. García & E. Pérez 3328* (IBUG); Contepec: 2 km de Santa María la Ahogada, 20º0'37" N 100º8'52" W, 2420 m, 23 ago 2004, *M. G. Cornejo-T. et al. 852* (MEXU); Erongarícuaro: cerro Las Varas, 2300 m, 7 nov 1985, *H. Díaz-B.1694* (GUADA, IEB, OAX); Hidalgo: a 3 km al S de Mil Cumbres, 2200 m, 15 may 1985, *J. C. Soto-N. et al. 8520* (CIIDIR); Indaparapeo: cerro El Acre, cerca del rancho Rosa Jorio, 2400 m, 18 mar 1986, *J. S. Martínez 1257* (CIIDIR, IEB); Morelia: cerro Pico Azul, cerca de Jesús del Monte, 2500 m, 2 may 1985, *J. S. Martínez 3928* (MEXU); Nahuatzen: cerro La Bandera, cerca de Comachuen, municipios de Nahuatzen y Tingambato, 2850 m, 6 feb 1986, *A. Martínez-L. 758* (CIIDIR, IBUG, IEB); Ocampo: ejido El Rosario, límite del Santuario de la Mariposa Monarca, 2000 m, 25 feb 1989, *A. Flores-H. et al. 1506* (IBUG); Pátzcuaro: cerro El Burro, 2400 m, 2 dic 1985, *J. M. Escobedo 748* (CIIDIR, IBUG, IEB); Queréndaro: Cañada Real, cerca de San José de la Cumbre, 2600 m, 12 abr 1986, *J. S. Martínez 1233* (CIIDIR, IBUG), Ibid. *1295* (OAX); Salvador Escalante: cerro La Tapada, ejido Felipe Tzinzun, 3075 m, 21 ene 1988, *S. Zamudio 6029* (CIIDIR, GUADA, IBUG, IEB); Zirahuén, 2100 m, 1 mar 1989, *E.*

Pérez-C. 472 (IEB, MEXU); Tancítaro: cerro Tancítaro, 27 km al W en línea recta, 3 km al E de Apo, camino a Parastaco, 19º26'15" N 102º23'35" W, 2280 m, 11 mar 1998, *I. García-R. 5061* (CIMI, IEB, MICH); Tingambato: barranca al NW y NE de Tingambato, 2000 m, 22 abr 1995, *M. Cruz-E. 44* (MEXU); Zacapu: 1.5 km al N de El Pueblito, 4 nov 1985, *A. Martínez-L. 97* (IBUG, IEB); Zinapécuaro: cañada El Salto, cerca de Bocaneo, 2000 m, 1 mar 1988, *J. S. Martínez 1230* (CIIDIR, IBUG, OAX); Zitácuaro: zona 7, ladera NW del cerro Cacique, 19º23'50" N 100º19'7" W, 2340 m, 4 mar 1979, *G. Ibarra-C. 384* (MEXU). **Morelos**. Huitzilac: Rancho San Lorenzo, km 53.5 de la carretera federal México - Acapulco 95, al SW del poblado Tres Marías, 19º39' N 99º14' W, 2650 m, 7 sep 1989, *I. Díaz-V. & R. Noriega-T. 1154* (MEXU). **Puebla**. El Salto, Río Frío, 3000 m, 10 abr 1974, *L. W. Boege 3079* (MEXU). **Sinaloa**. Concordia: 2-4 km SW of El Palmito, 1980 m, 7 abr 1988, *D. E. Breedlove & B. Bartholomew 66486* (MEXU). **Tlaxcala**. Nanacamilpa: Nanacamilpa, 2810 m, 21 oct 1985, *F. A. Pérez-M. s.n.* (IBUG). **Zacatecas**. El Plateado de Joaquín Amaro: barranca de Las Mujeres, El Plateado, 2400 m, mar 1964, *L. Vela-G. 1475* (MEXU).

Salvia gesneriiflora crece en la Sierra Madre Occidental y en la Franja Volcánica Transmexicana (Fig. 2). Está presente en el Distrito Federal y en los estados de Aguascalientes, Colima, Durango, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa, Tlaxcala y Zacatecas (Fig. 2); también se le registra de Guerrero (Epling, 1939) y de Nayarit (Téllez, 1995), aunque no se observaron especímenes de herbario que así lo atestigüen. Habita en bosques de pino y encino, pino, encino, oyamel, y mesófilo de montaña. Es frecuente encontrar poblaciones densas a la orilla de brechas y claros dentro del bosque. El rango altitudinal que ocupa va de (1500-)1900 a 2800(-3600) m. La floración y fructificación son sincrónicas y se desarrollan durante todo el año, con una mayor presencia de octubre a marzo. En Zinapécuaro, Michoacán, suelen conocer a la especie como retama de monte.

Salvia tilantongensis J.G. González & R. Aguilar-Santelises sp. nov. Tipo: MÉXICO. Oaxaca, Dto. Nochixtlán, Santiago Tilantongo, 6 km al O de Santiago Tilantongo, en el cerro Monte Negro, Mixteca, 17°15' N 97°21' O, 2700 m, 6 nov 2008 (fl, fr), *R. Martínez-García 84* (holotipo OAX, isotipos ENCB, IBUG, IEB, MEXU, SERO). Fig. 1C y D, y 3.

Salvia tilantongensis ad sectionem *Nobiles* Epling pertinet sed ab aliis speciebus huius sectionis differt propter caules desquamatos, petiolos articulatos, folia potius

angusta, bracteas florales parvas (minus quam 8 mm longas), fructus cum pedicellis longis (usque ad 17.8 mm), et lobulos calycis longe aristatos (aristis 3-4.5 mm longis).

Arbusto 1.0 a 2.0(-2.5) m de alto, erecto; tallo piloso y con tricomas glandular-capitados, estos últimos concentrados hacia la inflorescencia, peciolos y ramas jóvenes, corteza exfoliante en láminas longitudinales en las ramas principales. Hojas con peciolo (1.2-)1.8 a 2.9(-3.5) cm de largo, articulado en la base sobre una prolongación ensanchada del entrenudo, densamente piloso y con tricomas glandular-capitados; lámina lanceolada a ovado-lanceolada, 5.2 a 8.0(-10.0) × 1.5 a 4.5(-5.1) cm, aguda hacia el ápice, cordada y cortamente cuneada en la base, crenada a ligeramente serrada en el margen, cubierta con tricomas adpresos dispersos en el haz, moderada a densamente pilosa en el envés. Inflorescencia terminal, de 5.3 a 11.2(-15.0) cm de largo, (4-)6 a 12 verticilastros, cada uno con 2 a 4(-6) flores, los de la base de la inflorescencia separados entre sí 0.6 a 1.5(-2.2) cm, eje floral glabro o con tricomas glandular-capitados. Bráctea floral ovada, 0.2 a 0.5(-0.8) × 0.2 a 0.4(-0.5) cm, decidua, verde o roja, acuminada en el ápice (porción atenuada 5.1 a 7.0 mm de largo), truncada en la base, margen entero, pilosa y cubierta por tricomas glandular-capitados en la cara externa, la interna glabra. Flores con pedicelos 0.5 a 1.0(-1.1) cm de largo en flor, hasta 17.8 mm de largo en fruto, densamente cubierto por tricomas glandular-capitados de 0.1 a 0.2 mm de largo. Cáliz (1.3-)1.5 a 2.0(-2.3) cm de largo, 0.7 a 0.9 cm de ancho en la garganta (hasta 2.5 × 1.1 cm en fruto), rojo (pajizo al secarse), esparcidamente cubierto por tricomas glandular-capitados concentrados sobre todo en las venas, en el interior cubierto por tricomas adpresos o verrucoso, lóbulos agudos y rematados por una arista de 3.0 a 4.5 mm de largo, el superior entero y con 7 venas. Corola de color rojo brillante, esparcidamente pilosa hacia los labios; tubo de 3.8-4.3 cm de largo, ligeramente ventricoso, (0.5-)0.6 a 1.0 cm de ancho en el vientre, recto en la base y sin papilas en el interior; labio superior 1.6 a 2.4 cm de largo, labio inferior (1.2-)1.7 a 2.7 × 1.0 a 1.5 cm, con el lóbulo medio incurvado cóncavo. Estambres insertos en la corola; filamentos 4 a 6 mm de largo; conectivos 1.9 a 2.4 cm de largo, puberulentos en el dorso y pilosos junto a la inserción del filamento; tecas 2.4 a 3.3 mm de largo; estaminodios representados por un par de papilas arqueadas de 0.4 a 0.5 mm de largo en la porción media del tubo, atrás y arriba de la inserción del filamento. Cuerno de la ginobase 0.2 a 1.0 mm de largo; estilos 4.3 a 4.5 cm de largo, densamente pilosos en el tercio apical; rama superior (5.4-)6.4 a 8.0(-8.8) mm de largo, la inferior 5.3 a 6.1(-7.0) mm de largo. Mericarpio ovoide, 2.8 a 3.2 × 1.6 a 2.2 mm, café amarillento a veces jaspeado de manera irregular con un tono más oscuro, liso y glabro.

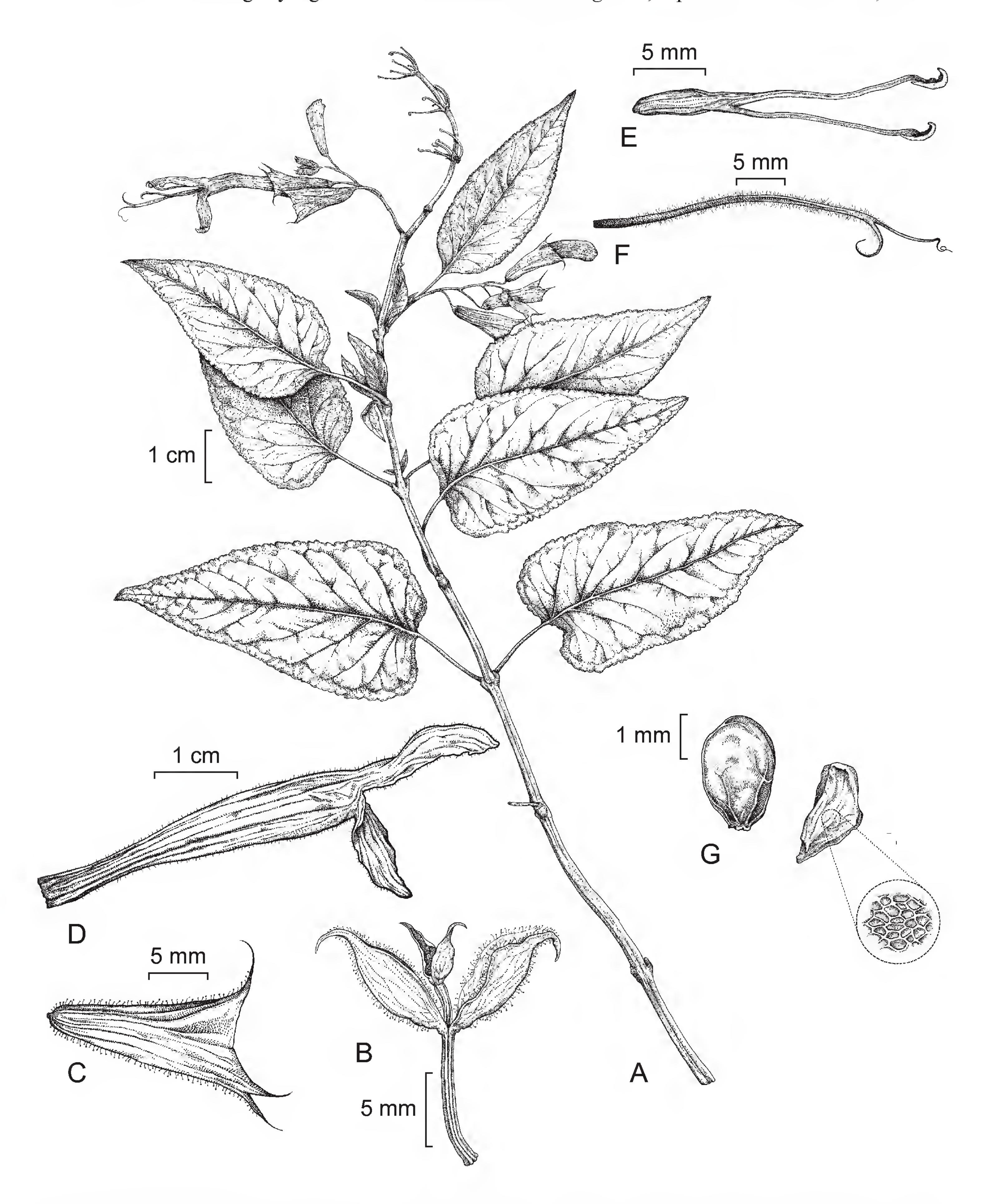


Fig. 3. *Salvia tilantongensis* sp. nov. A. Aspecto general de la planta mostrado en una rama; B. brácteas florales en la porción apical de una inflorescencia; C. cáliz; D. corola; E. conectivos y tecas; F. porción apical del estilo; G. mericarpio maduro (izquierda) y semilla (derecha), con un acercamiento de su superficie (ilustración basada en *R. Martínez-García 84* y elaborada por Daniel Acosta-Aguilar).

Material adicional examinado: MÉXICO. Oaxaca, Santiago Tilantongo: brecha hacia las ruinas arqueológicas de Santiago Tilantongo, 1 km en línea recta al SO de las mismas, cerro Monte Negro, 17°15'6.9" N 97°21'31.1" W, 2663 m, 14 nov 2012, *J. G. González-Gallegos & G. Santos 1400* (IBUG).

Salvia tilantongensis es una especie endémica restringida a la Mixteca Alta en el Estado de Oaxaca, México. Ocupa un intervalo de elevación aproximado de 2600 a 2800 m. Crece en bosques de encino bien conservados u ocasionalmente en zonas con cierto grado de disturbio. Comparte hábitat con *Quercus laurina* Bonpl. Florece y fructifica de octubre a diciembre.

Las características del nuevo taxon lo relacionan directamente con la sección *Nobiles* Epling. Ésta incluye arbustos o hierbas perennes, de hojas ampliamente ovadas o elíptico-lanceoladas, glabras o moderadamente vellosas, con brácteas florales deciduas o persistentes, inflorescencias en racimos o en ocasiones con flores dispuestas en las axilas de las hojas hacia el ápice de las ramas, labio superior de los cálices con 5 a 7 venas, corola roja con el tubo ventricoso o ampliado hacia el ápice, desnudo en el interior (sin papilas), labio inferior tan largo como el superior o más corto, estambres inclusos, conectivo entero o, especialmente en las especies mexicanas, con un diente pequeño posterior a la inserción con el filamento, estilo velloso en el dorso y vientre. Se propone al taxon nuevo como parte de esta sección de manera provisional ya que la evidencia filogenética disponible no respalda la monofilia del grupo ni de la mayoría de las secciones propuestas por Epling (Jenks et al., 2013), pero es claro que en el futuro cercano será necesaria la reestructuración de la clasificación infragenérica en su totalidad. Esta situación ya había sido anticipada por Dos Santos (1991), quien recircunscribe a *Nobiles* al excluir a las especies mexicanas, y por Ramamoorthy (1984) quien transfiere a *S. cardinalis* (sección *Cardinalis* Epling (1939)) como sinónimo de *S. fulgens* y erige la sección *Holwayana* Ramamoorthy para albergar al remanente de especies de la sección *Cardinalis*. Sin embargo, en el presente trabajo se prefiere el sistema propuesto por Epling (1939). Entre las especies de dicha sección, *S. tilantongensis* es muy similar en su morfología a *S. gesneriiflora*. Difiere de ella debido a sus tallos exfoliantes, peciolos articulados en un ensanchamiento del nudo a manera de base, láminas foliares por lo regular más estrechas, inflorescencias que no superan los 15 cm de largo, brácteas florales más cortas y de ápice reducido, pedicelos más largos durante la fructificación, lóbulos del cáliz largamente aristados, el lóbulo medio del labio inferior de la corola incurvado-cóncavo, filamento más corto, estilo más corto y rama inferior del estilo más larga (Cuadro 1). *Salvia fulgens* de la sección *Fulgentes* Epling también es

Cuadro 1. Comparación de características morfológicas distintivas, distribución, intervalo altitudinal y hábitat entre *Salvia tilantongensis* y especies morfológicamente semejantes.

Características	*S. fulgens*	*S. gesneriiflora*	*S. tilantongensis*
TALLO			
Exfoliante	no	no	sí
HOJA			
Inserción del peciolo	directa al tallo	directa al tallo	sobre una prolongación engrosada del entrenudo
INFLORESCENCIA			
Longitud del racimo (cm)	9.5 a 30	10 a 30(-44)	5.3 a 11.2(-15.0)
BRÁCTEA FLORAL			
Tamaño (cm)	(1.9-)2.0 a 3.6(-4.3) × 0.6 a 1.0	(0.6-)0.7 a 2.0(-2.4) × 0.2 a 0.7(-1.0)	0.2 a 0.5(-0.8) × 0.2 a 0.4(-0.5)
Longitud de la porción atenuada del ápice (mm)	9.0 a 19.6	(0.2-)1.0 a 3.2	5.1 a 7.0
CÁLIZ			
Forma de los lóbulos	agudos y no largamente aristados	agudos y no largamente aristados	agudos y largamente aristados (aristas 3.0 a 4.5 mm de largo)
COROLA			
Forma del lóbulo medio del labio inferior	deflexo	deflexo	incurvado cóncavo
Número de papilas en la porción interna basal del tubo	2	0	0
GINECEO			
Longitud del estilo (cm)	4.0 a 5.3(-5.6)	4.7 a 5.9(-6.6)	4.3 a 4.5
Longitud de la rama superior (mm)	(2.5-)3.9 a 8.9	(5-)7 a 8	(5.4-)6.4 a 8.0 (-8.8)

Cuadro 1. Continuación.

Características	*S. fulgens*	*S. gesneriiflora*	*S. tilantongensis*
Longitud de la rama inferior (mm)	(1.3-)2.1 a 3.7	2.0 a 3.2	5.3 a 6.1(-7.0)
Distribución geográfica	Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla y Tlaxcala	Aguascalientes, Colima, Durango, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa, Tlaxcala y Zacatecas	Oaxaca
Intervalo altitudinal (m)	2400 a 3400(-3990)	(1500-)1900 a 2800 (-3600).	2600 a 2800
Hábitat	bosque de pino, encino, mesófilo de montaña, de oyamel y rara vez en matorral xerófilo	bosque de pino-encino, encino, pino, oyamel y mesófilo de montaña	bosque de encino

semejante en su morfología al nuevo taxon. Sin embargo, se distingue claramente de *S. gesneriiflora* y *S. tilantongensis* por la presencia de un par de papilas en la parte basal e interna del tubo de la corola, los pedicelos con tricomas glandular-capitados de menos de 0.05 mm de largo, las brácteas florales por lo usual más largas y con una atenuación más pronunciada en el ápice de la bráctea (Cuadro 1). Es de notar que el engrosamiento del punto de inserción del peciolo con el nudo en el tallo ya había sido utilizado como diagnóstico por Bedolla-García et al. (2011) y que es recomendable un análisis de su distribución y valor taxonómico dentro del género.

El nombre de la especie hace referencia al municipio en que esta planta ha sido colectada hasta el momento: Santiago Tilantongo, Oaxaca, México.

Clave para la determinación de *Salvia tilantongensis* y especies morfológicamente afines

1a Brácteas florales de (1.9-)2.0 a 3.6(-4.3) cm de largo, porción atenuada del ápice prolongada 9.0 a 19.6 mm; pedicelos con tricomas glandular-capitados de me-

nos de 0.05 mm de largo; un par de papilas presentes en la parte interna y basal del tubo de la corola .... *S. fulgens*

1b Brácteas florales por lo general menores de 20 mm de largo, con la porción apical menor de 8 mm; pedicelos con tricomas glandular-capitados de 0.1-0.2 mm de largo; el tubo de la corola sin papilas en el interior hacia su base 2

2a Tallo con corteza no exfoliante; peciolo articulado directamente al tallo; láminas foliares hasta de 10.9 cm de ancho; inflorescencias de hasta de 44 cm de largo; brácteas florales de (0.6-)0.7 a 2.0(-2.4) mm de largo; pedicelos en fruto no más de 12 mm de largo; lóbulos del cáliz no aristados; lóbulo medio del labio inferior de la corola reflejo; filamento de 6 a 8(-9) mm de largo; estilo de 4.7 a 5.9(-6.6) cm de largo, rama inferior 2.0 a 3.2 mm de largo. Plantas distribuidas por las serranías del Pacífico desde Durango hasta Guerrero y luego penetrando por el centro del país hasta Hidalgo, Puebla y Tlaxcala .... *S. gesneriiflora*

2b Tallo con corteza exfoliante; peciolo articulado a una base engrosada a partir del nudo; láminas foliares sin sobrepasar 5.1 cm de ancho; inflorescencias hasta de 15 cm de largo; brácteas florales de 0.2 a 0.5(-0.8) mm de largo; pedicelos en fruto hasta de 17.8 mm de largo; lóbulos del cáliz con una arista de 3.0 a 4.5 mm de largo; lóbulo medio del labio inferior de la corola incurvado-cóncavo, de tal manera que forma una capucha; filamento 4 a 6 mm de largo; estilo de 4.3 a 4.5 cm de largo, rama inferior 5.3 a 6.1(-7.0) mm de largo. Plantas exclusivas de Oaxaca .... *S. tilantongensis*

El traslape de la variación de la mayoría de las características morfológicas y de gran parte de la distribución geográfica y tipo de hábitat ocupado entre *Salvia fulgens* y *S. gesneriiflora* hacen difícil su distinción y ha llevado en ocasiones a pensar que pudiera tratarse de taxones conespecíficos (Ramamoorthy, 1985). En el presente trabajo se decide reconocerlas como entidades distintas con base en tres características morfológicas: las longitudes de la bráctea floral y de la porción atenuada de su ápice, y la presencia o ausencia de papilas en el interior del tubo de la corola. Sin embargo, estudios genéticos y filogeográficos podrían esclarecer de mejor manera esta situación. Además, si se trata de especies diferentes que conviven en la misma área geográfica y tipo de hábitat, entre las que no existen diferencias florales abruptas, sería interesante analizar qué factores evitan el flujo génico entre ellas y las mantienen como grupos cohesivos. En contraste, *Salvia tilantongensis* muestra una morfología más distintiva respecto a cualquiera de los taxa anteriores y exhibe una propiedad inusual en el género: sus tallos exfoliantes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Remedios Martínez-García quien realizó la primer colecta de *Salvia tilantongensis* y nos proveyó información sobre la misma. Dirigimos un especial reconocimiento a las autoridades de Santiago Tilantongo por la hospitalidad y facilidades brindadas, en especial a Gervasio Santos por su valiosa colaboración durante el desarrollo del trabajo de campo. La diagnosis en latín fue elaborada por el especialista Juan Acosta-Aguilar, y la ilustración por el artista gráfico Daniel Acosta-Aguilar. María Elena Mendoza López nos proporcionó datos sobre sus colectas de *S. gesneriiflora* en Aguascalientes. Los revisores de este documento y el comité editorial de la revista ayudaron a mejorar el trabajo con sus observaciones críticas. El soporte financiero fue otorgado de manera parcial por el Instituto Politécnico Nacional (proyectos CGPI 20050340 y SIP 20121168), la Universidad de Guadalajara, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Comunidad Económica Europea (proyecto REFORLAN FP6-2004-INCODEV-3032132).

LITERATURA CITADA

Bedolla-García, B. Y., S. I. Lara-Cabrera y S. Zamudio. 2011. Dos nuevas especies de *Salvia* (Lamiaceae) del centro occidente de México. Acta Bot. Mex. 95: 51-63.

Bentham, G. 1832. Labiatarum genera et species. Ridgeway, Londres, UK. 783 pp.

Bentham, G. 1848. Labiatae. In: De Candolle, A. (ed.). Prodromous systematis naturalis regni vegetabilis 12. Paris, Francia. pp. 27-610.

Bentham, G. 1876. Labiatae. In: Bentham, G. y J. D. Hooker. Genera plantarum 2. Reeve and Co. Londres, UK. pp. 1160-1196.

Briquet, J. 1897. Labiatae. In: Engler, A. y K. Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihrer Gattungen und wichtigeren Arten 4. Wilhelm Engelmann. Leipzig, Alemania. pp. 183-287.

Claβen-Bockhoff, R., P. Wester y E. Tweraser. 2003. The staminal lever mechanism in *Salvia* L. (Lamiaceae)-a review. Pl. Biol. 5: 33-41.

Cornejo-Tenorio, G. y G. Ibarra-Manríquez. 2011. Diversidad y distribución del género *Salvia* (Lamiaceae) en Michoacán, México. Rev. Mex. Biodiv. 82: 1279-1296.

Domínguez-Vázquez, G., B. Berlín, A. E. Castro-Ramírez y E. I. J. Estrada-Lugo. 2002. Revisión de la diversidad y patrones de distribución de Labiatae en Chiapas. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot. 73: 39-80.

dos Santos, E. P. 1991. Genre *Salvia* L. sous-genre *Calosphace* (Benth.) Benth. section *Nobiles* (Benth.) Epl. (Labiatae). Bradea 5: 436-454.

Epling, C.1938. The California salvias. A review of *Salvia*, section *Audibertia*. Ann. Missouri Bot. Gard. 25: 95-188.

Epling, C. 1939. A revision of *Salvia* subgenus *Calosphace*. Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 110: 1-383.

García-Mendoza, A. J. y J. A. Meave. 2011. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 351 pp.

Harley, R. M., S. Atkins, A. L. Budantsev, P. D. Cantino, B. J. Conn, R. Grayer, M. M. Harley, R. de Kok, T. Krestovskaja, R. Morales, A. J. Paton, O. Ryding y T. Upson. 2004. Labiatae. In: Kadereit, J. W. The families and genera of vascular plants VII. Flowering plants. Dicotyledons. Lamiales (except Acanthaceae including Avicenniaceae). Springer. Berlin, Alemania. pp. 167-275.

Jenks, A. A., J. B. Walker y S.-C. Kim. 2011. Evolution and origins of the Mazatec hallucinogenic sage, *Salvia divinorum* (Lamiaceae): a molecular phylogenetic approach. J. Plant Res. 124: 593-600.

Jenks, A. A., J. B. Walker y S.-C. Kim. 2013. Phylogeny of New World *Salvia* subgenus *Calosphace* (Lamiaceae) based on cpDNA (*psb*A-*trn*H) and nrDNA (ITS) sequence data. J. Plant Res. 126: 483-496.

Lindely, J. y J. Paxon. 1853. Paxton's flower garden II. Bradbury & Evans. Londres, UK. 186 pp.

Martínez-Gordillo, M., I. Fragoso-Martínez, M. R. García-Peña y O. Montiel. 2013. Géneros de Lamiaceae de México, diversidad y endemismo. Rev. Mex. Biodiv. 84: 30-86.

Neisess, K. R. 1983. Evolution, systematics, and terpene relationships of *Salvia* section *Audibertia*. University of California. Riverside, USA. 327 pp.

Ramamoorthy, T. P. 1984. Typifications in *Salvia* (Lamiaceae). Taxon 33: 322-324.

Ramamoorthy, T. P. 1985. *Salvia* L. In: Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. Flora fanerogámica del valle de México. Volumen II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas e Instituto de Ecología. México, D.F., México. pp. 298-310.

Ramamoorthy, T. P. 2005. *Salvia* L. In: Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2a. ed. Pátzcuaro, México. pp. 632-644.

Ramamoorthy, T. P. y M. Elliott.1998. Lamiaceae de México: diversidad, distribución, endemismo y evolución. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. pp. 501-526.

Rodríguez-Jiménez, L. S. y J. Espinosa-Garduño. 1996. Listado florístico del estado de Michoacán, sección III (Angiospermae: Connaraceae-Myrtaceae excepto Fagaceae, Gramineae, Krameriaceae y Leguminosae). Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes X: 1-296.

Standley, P. C. y L. O. Williams. 1973. Labiatae. Flora of Guatemala 24(9): 237-317.

Strachan, J. L. 1982. A revision of the *Salvia dorrii* complex (Lamiaceae). Brittonia 34: 151-169.

Téllez V., O. 1995. Flora, vegetación y fitogeografía de Nayarit, México. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 160 pp.

Villaseñor, J. L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Bol Soc. Bot. Méx. 75: 105-135.

Walker, J. B. 2006. Systematics of the genus *Salvia* (Lamiaceae). University of Wisconsin-Madison. Madison, USA. 194 pp.

Walker, J. B. y W. J. Elisens. 2001. A revision of *Salvia* section *Heterosphace* (Lamiaceae) in western North America. Sida 19: 571-589.

Walker, J. B. y K. J. Sytsma. 2007. Staminal evolution in the genus *Salvia* (Lamiaceae): Molecular phylogenetic evidence for multiple origins of the staminal lever. Ann. Bot. 100: 375-391.

Walker, J. B., K. J. Sytsma, J. Treutlein y M. Wink. 2004. *Salvia* (Lamiaceae) is not monophyletic: Implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe *Mentheae*. Amer. J. Bot. 91: 1115-1125.

Wester, P. y R. Claβen-Bockhoff. 2006a. Bird pollination in South African *Salvia* species. Flora, Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Pl. 201: 396-406.

Wester, P. y R. Claβen-Bockhoff. 2006b. Hummingbird pollination in *Salvia haenkei* (Lamiaceae) lacking the typical lever mechanism. Pl. Syst. Evol. 257: 133-146.

Wester, P. y R. Claβen-Bockhoff. 2007a. Bilabiate flowers: The ultimate response to bees? Ann. Bot. 100: 361-374.

Wester, P. y R. Claβen-Bockhoff. 2007b. Floral diversity and pollen transfer mechanisms in bird-pollinated *Salvia* species. Ann. Bot. 100: 401-421.

Wester, P. y R. Claβen-Bockhoff. 2011. Pollination syndromes of New World *Salvia* species with special reference to bird pollination. Ann. Missouri Bot. Gard. 98: 101-155.

Wieczorek, J. 2001. Georeferencing guidelines. University of California. Berkeley, USA. (manisnet.org/GeorefGuide.html; acceso: 15/11/2012).

Recibido en noviembre de 2013.

Aceptado en junio de 2014.

Acta Botanica Mexicana 109: 23-43 (2014)

SEVEN NEW SPECIES OF NEOTROPICAL MALPIGHIACEAE

William R. Anderson †

University of Michigan Herbarium
3600 Varsity Drive, Ann Arbor, Michigan 48108, U.S.A.
Address correspondence to Christiane Anderson: chra@umich.edu

ABSTRACT

Seven new species of neotropical Malpighiaceae are described: *Aspicarpa steinmannii, Bunchosia breedlovei,* and *Bunchosia cruciana* from Mexico; *Bunchosia soejartoi, Lophanthera marcelae*, and *Mascagnia corymbosa* from Colombia; and *Heteropterys tiinae* from Peru.

Key words: *Aspicarpa, Bunchosia*, Colombia, *Heteropterys, Lophanthera,* Malpighiaceae, *Mascagnia*, Mexico, Peru.

RESUMEN

Se describen como nuevas siete especies de Malpighiaceae neotropicales: *Aspicarpa steinmannii, Bunchosia breedlovei* y *Bunchosia cruciana* de México; *Bunchosia soejartoi, Lophanthera marcelae* y *Mascagnia corymbosa* de Colombia; y *Heteropterys tiinae* de Perú.

Palabras clave: *Aspicarpa, Bunchosia*, Colombia, *Heteropterys, Lophanthera, Mascagnia*, Malpighiaceae, México, Perú.

Study of neotropical Malpighiaceae continues to reveal undescribed species, especially in large and difficult genera, such as *Bunchosia* H.B.K. The novelties here described were discerned during a review of *Bunchosia* in Mexico, a visit to herbaria in Colombia in connection with the forthcoming Catálogo de las Plantas de Colombia, and examination of collections sent as gifts to the University of Michigan Herbarium.

Aspicarpa steinmannii W. R. Anderson, sp. nov. (Fig. 1).

Aspicarpa steinmannii differs from all other species of *Aspicarpa* by the combination of a shrubby habit with very small leaves lacking stipules, floral bracts equalling the vegetative leaves, chasmogamous flowers borne at the apex of branches, and a samara with the three equal wings.

Much-branched shrub 1 m tall; stems initially densely sericeous, the older stems ca. 2 mm in diameter, partially glabrescent but with some hairs persistent. Leaves mostly opposite or subopposite but sometimes alternate or ternate; lamina of larger leaves 7-15 mm long, 2-4 mm wide, narrowly ovate (elliptical), rounded at base, acute at apex, loosely sericeous on both sides with the very fine hairs 2-3 mm long, straight, appressed or somewhat spreading, the abaxial surface with some hairs persistent, the adaxial surface glabrescent in age; glands absent from surface of lamina but sometimes represented by one columnar or clavate marginal structure on each side, 0.2-0.3 mm long, dark red or purplish, borne slightly above base; lateral veins not visible on either side in dried leaves; petiole 0.5-1 mm long, sericeous, eglandular; stipules not seen. Chasmogamous flowers borne in pairs at tips of vegetative stems; bract subtending each flower like a vegetative leaf but generally smaller, 4-9 mm long, 1.5-2 mm wide; peduncle 3-10 mm long, shorter in flowers, elongating as fruits mature; bracteoles borne at or slightly below apex of peduncle, spreading, resembling miniature leaves 1.5-3 mm long, 0.8-1.5 mm wide, ovate, deciduous in fruit; pedicel 3-7 mm long, shorter in flowers, elongating as fruits mature; cleistogamous flowers not found. Sepals abaxially densely tomentose and adaxially glabrous, incurved in anthesis, the 4 lateral sepals abaxially biglandular, the anterior sepal eglandular. Petals yellow, glabrous. Stamens 5, glabrous, opposite sepals; 3 stamens opposite anterior sepal and 2 posterior-lateral sepals fertile, bearing large anthers; 2 stamens opposite anterior-lateral sepals sterile, consisting only of a short filament without any sort of apical enlargement. Style 1, erect and straight, with a capitate terminal stigma, borne (presumably) on the anterior carpel. Intact fruits not seen; samaras alike, except samara coming from anterior carpel bearing persistent style; samara obcordate in outline, with three subequal wings (two lateral and one dorsal) 8-10 mm long, 3-4 mm wide, loosely hairy with some hairs persistent at maturity, especially on nut and base of wings; wings membranous with reticulate venation, distinct distally, connate proximally; each samara bearing a slender cartilaginous ventral carpophore from base along midline to place of attachment of samara to receptacle.

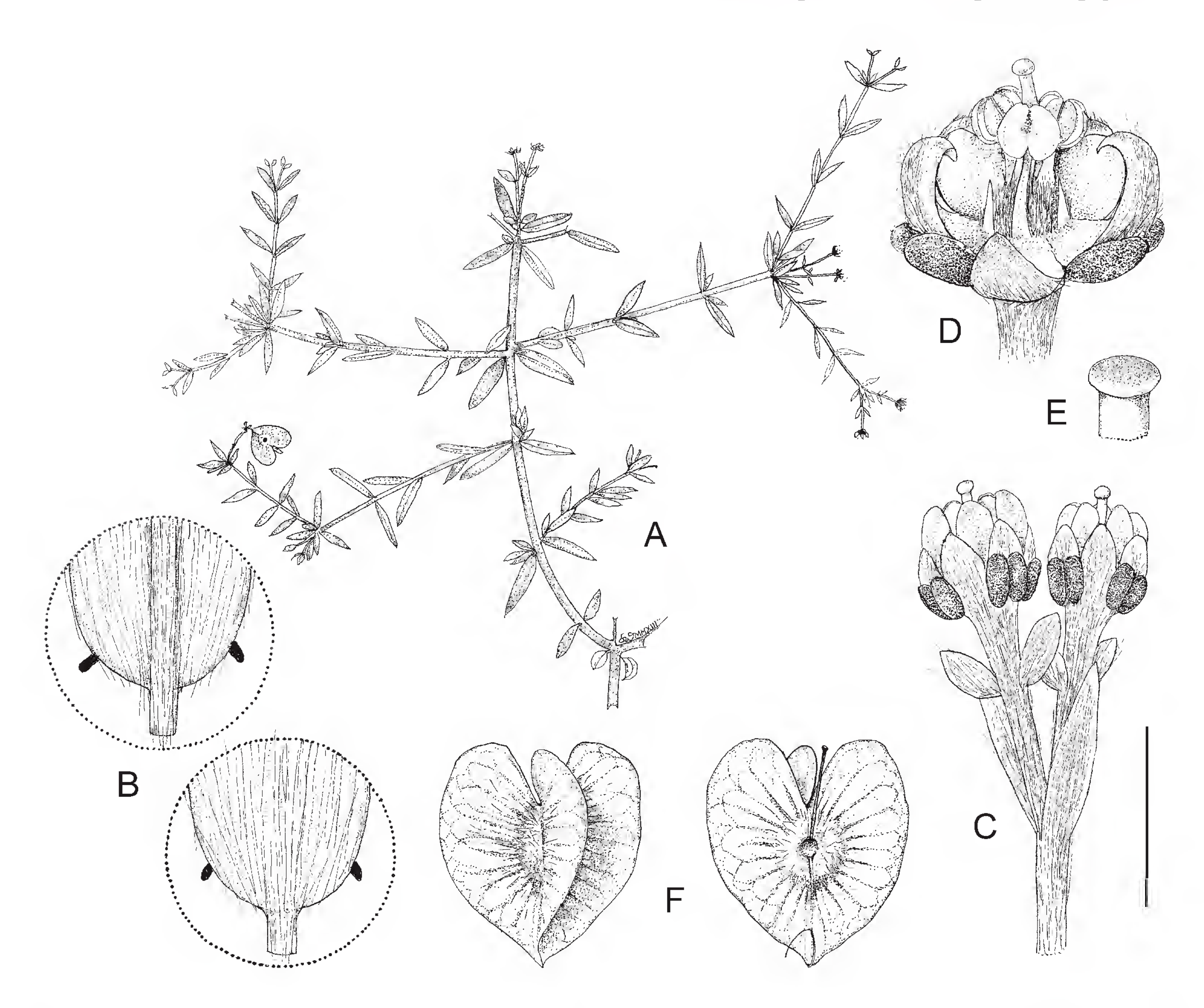


Fig. 1. *Aspicarpa steinmannii* W. R. Anderson. A. branch with old flowers and young fruit; B. petiole and base of lamina, abaxial view (above) and adaxial view (below); C. pair of old flowers with petals shrivelled inward; D. flower with petals removed, eglandular sepal in front; E. apex of style; F. samaras, abaxial view (left) and adaxial view (right). Scale bar equivalents: A, 4 cm; B, 2 mm; C, 4 mm; D, 2.7 mm; E, 1 mm; F, 8 mm. Based on *Hernández-Cárdenas 778*, MICH. Drawn by Karin Douthit.

Type: MEXICO. Jalisco: Mun. Huejuquilla El Alto, sobre la brecha a La Ordeña y Rancho Nuevo, aprox. 1 km al NW de Vallecito (un rancho aprox. a 17 km al W de Huejuquilla El Alto sobre la carretera a San Juan Capistrano, Zacatecas), 22°40'28.9" N, 103°59'43.7" W, 6.XI.2012 (flower/fruit), *R. Hernández-Cárdenas 778 with L. Arredondo-Amezcua* (holotype: MICH!; isotype: IEB, fide V. Steinmann, pers. comm.).

Additional specimens examined: MEXICO. Jalisco: same locality as type, 17.X.2007 (flower), *Steinmann & Ramírez-Amezcua 5939* (MICH); 24.XI.2011 (fruit), *Steinmann et al. 7219* (MICH; also IEB, fide V. Steinmann, pers. comm.).

Tropical deciduous forest, 1232 m, collected with flowers and fruits in October and November.

The few collections of this species, all from the same population, bear only a few flowers, in such poor condition that they do not suffice for a complete description, which will have to be added when better material has been collected.

The epithet of this fascinating new species honors Victor W. Steinmann (b. 1969), who first collected it and brought it to my attention. According to the traditional taxonomy of Malpighiaceae (e.g., Niedenzu, 1928), this species would be assigned to the genus *Gaudichaudia* H.B.K., but the phylogeny of Davis and Anderson (2010) gave convincing evidence that *Aspicarpa* Rich. and *Gaudichaudia* will have to be combined, so it seems best to describe this species under *Aspicarpa*, the older generic name.

Aspicarpa steinmannii is immediately shown to belong in the *Aspicarpa/Gaudichaudia* complex by the following characters: leaves eglandular except for the tiny tail-like marginal outgrowths near the base of the lamina of some leaves; stamens five, opposite sepals; gynoecium with a single style, the stigma terminal and capitate; samaras with well-developed lateral wings; each samara attached to the receptacle by a cartilaginous carpophore. The fact that the mericarps are winged and borne on carpophores is the sole basis one could find for assigning the species to *Gaudichaudia* rather than *Aspicarpa*. Within *Aspicarpa* sens. lat., *A. steinmannii* is distinguished by the following combination of characters: much-branched shrub with very slender branches and tiny leaves; stipules apparently absent; cleistogamous flowers absent; chasmogamous flowers borne in pairs at tips of vegetative shoots; bracts hardly different from vegetative leaves; dorsal wing of samara identical to the two lateral wings. If one searches carefully through the described species of *Aspicarpa* and *Gaudichaudia*, one can find all or most of these characters (except perhaps for the production of flowers in pairs at the tips of vegetative stems), but taken together they are unmatched in any other species.

Bunchosia breedlovei W. R. Anderson, sp. nov.

Bunchosia breedlovei differs from *B. veluticarpa* by its larger laminas with more numerous lateral veins, eglandular petioles, inflorescences borne in the axils of the earliest deciduous leaves, and patchily glabrescent mature fruits.

Tree 18-24 m tall; stems densely appressed-tomentose or subsericeous with the vesture persistent or unevenly deciduous in first year, glabrescent in second year.

Lamina of larger leaves 19-28.3 cm long, 10-16 cm wide, broadly elliptical or obovate, cuneate or rounded at base, flat or slightly revolute at margin, broadly obtuse or rounded and usually abruptly short-acuminate or apiculate at apex, adaxially glabrate at maturity except often appressed-tomentose on midrib and lateral veins near base, abaxially densely and persistently tomentose with the hairs T-shaped with the long crosspiece straight or sinuous, apparently eglandular, the principal lateral veins 10-13 on each side of midrib, very prominent abaxially and sunken adaxially in dried leaves; petiole 9-14 mm long, densely and persistently appressed-tomentose or sericeous, eglandular; stipules 1.5-3 mm long. Inflorescences simple, without vegetative leaves, borne near base of younger stems in axils of deciduous earliest leaves, mostly single but occasionally in pairs, 3.5-10 cm long, containing 6-18 flowers with the flowers decussate or distally in no consistent order, the axes densely and persistently appressed-tomentose or the pedicel glabrescent late in maturation of fruit; bracts 2-2.5 mm long, broadly ovate, abaxially sericeous or distally glabrescent, adaxially glabrous, eglandular; peduncle 0-2.5 mm long in fruit; bracteoles like bracts but smaller, 1-1.5 mm long, one of the pair sometimes bearing a large abaxial gland; pedicel 4.5-6 mm long in fruit. Sepals in fruit about as long as glands or slightly longer, rounded, thin, abaxially proximally sericeous and distally glabrous, adaxially glabrous; calyx glands 8, 3-3.5 mm long in fruit, obovate, 2 partially connate. Petals and stamens not seen. Gynoecium 3-carpellate; ovary densely tomentose, the wall very thick; styles connate their whole length. Largest fruits seen (still immature) 19-23 mm in diameter (dried), spheroidal or broadly 3-angled, densely and persistently tomentose but apparently patchily glabrescent near maturity, the wall granulate.

Type: MEXICO. Chiapas: Mun. Ocozocoautla de Espinoza, 18-20 km N of Ocozocoautla along road to Mal Paso, steep slope with montane rain forest, 800 m, 20.X.1971 (immature fruit), *D. E. Breedlove 20958* (holotype: MICH!; isotypes: CHAPA!, DS!, ENCB!, F!, MEXU!, MO!, NY!, TEX!).

Additional specimens examined: MEXICO. Chiapas: Mun. Berriozábal, 13 km N of Berriozábal, fissured limestone ridge, lower montane rain forest, 1000 m, 2.XI.1971 (fruit), *Breedlove 21642* (DS, ENCB, LL, MEXU, MICH, MO, NY).

This species is named for Dennis Eugene Breedlove (1939-2012), who, with A. R. Smith and R. F. Thorne, made the only known collections of it. Both were in fruit, so the flowers are not known, but in this genus the flowers are relatively uninformative except for the gynoecium, and the species is so distinctive that I am cer-

tain it is undescribed. *Bunchosia breedlovei* is to be compared to *B. veluticarpa* W. R. Anderson, a species of Costa Rica. Both taxa are (at least sometimes) tall trees, which is unusual in *Bunchosia*, and both have a densely tomentose three-carpellate gynoecium. In both the fruit is densely and tightly tomentose during enlargement, with the hairs more or less persistent in *B. veluticarpa* and apparently unevenly deciduous in *B. breedlovei* when the fruit is nearly full-sized; this persistent vesture on the enlarging fruits immediately distinguishes *B. breedlovei* from all other species of *Bunchosia* known from Mexico. The size of the fruits also distinguishes *B. breedlovei* from the majority of species in Mexico, which mostly have smaller fruits. *Bunchosia veluticarpa* differs from *B. breedlovei* in the following additional ways: the lamina of larger leaves is consistently smaller, especially narrower, 12-20.5 cm long, 5.5-8.5 cm wide; its principal lateral veins are only 7-9(11) on each side of the midrib, moderately raised below and flat or raised (not sunken) above in dried leaves; it has several obvious, well-defined abaxial glands at the base and many others scattered throughout the length of the lamina; the petiole often bears a small bulbous gland beside one or both stipules and a pair of impressed glands between middle and apex; and the inflorescences are mostly borne in the axils of current leaves. The laminas of *B. breedlovei* show scattered seemingly glandular anomalies hidden by the hairs, but these do not have the clear definition of the abaxial leaf glands usually found in *Bunchosia* and are probably wounds, not glands.

Bunchosia cruciana W. R. Anderson, sp. nov. (Fig. 2)

Bunchosia cruciana differs from *B. biocellata* in its smaller, adaxially velutinous laminas and its shorter petioles and inflorescences, from *B. montana* by its tricarpellate ovary.

Shrub or small tree 2-5(8) m tall; stems densely velutinous with subsessile or short-stalked V- or Y-shaped hairs in first year, glabrate in second year. Lamina of larger leaves 3.5-7.5(11.5) cm long, 2-3.5(6) cm wide, elliptical or somewhat ovate or obovate, cuneate, rounded, or somewhat cordate at base, flat at margin, obtuse or rounded (or rarely abruptly short-acuminate) at apex, adaxially persistently velutinous with the hairs V- or Y-shaped with a short stalk and straight branches, abaxially very densely and persistently tomentose with the hairs T-shaped with the long cross-pieces sinuous or somewhat twisted, mostly biglandular abaxially near base with the glands beside midrib or between midrib and margin (very rarely several additional glands present distally in a row set in from margin), the principal lateral veins 5-8

on each side of midrib, prominent abaxially but neither prominent nor sunken adaxially; petiole 2-4(5) mm long, densely and persistently velutinous, eglandular; stipules 0.4-0.6(0.8) mm long. Inflorescences simple, without vegetative leaves, mostly borne on leafy stems but occasionally on leafless stems, in axils of current leaves or after fall of the subtending leaf, 1.5-6 cm long, containing 6-8(12) flowers with the flowers decussate or distally in no consistent order, the axes densely and persistently velutinous or tomentose or occasionally loosely sericeous; bracts 1.5-5 mm long, triangular or ovate, abaxially tomentose, adaxially glabrous, eglandular; peduncle 1-3 mm long; bracteoles like bracts but smaller, 1-2 mm long, one of the pair usually bearing a large abaxial gland; pedicel 3-7 mm long. Sepals 1.5-2.3 mm long beyond glands, 1.3-1.5 mm wide, broadly obtuse or rounded, abaxially tomentose or loosely sericeous over the whole surface or nearly glabrous toward margin and ciliate on margin, adaxially glabrous, appressed in anthesis; glands 8, 1.5-2.5 mm long, obovate, often compressed but distinct or rarely the glands of adjacent sepals connate, glabrous, often slightly detached at apex, the posterior 2 mostly slightly decurrent. Petals yellow, glabrous; lateral petals spreading or reflexed, with the claw 2-2.7 mm long and the limb 3-6 mm long and wide, flat to concave (especially the anterior pair), erose or coarsely toothed, eglandular all around margin; posterior petal spatulate, with the thickened claw erect, 2.5-4 mm long, widening distally without an apical constriction, the limb spreading to reflexed, 2.5-3.5 mm long, 2-3.2 mm wide, obovate, flat to recurved, erose and eglandular. Stamens glabrous; filaments 1.5-3.5 mm long, longest in front of flower and shortest in rear, connate for about 1/4-1/3 of their length; anthers 0.8-1 mm long, pressed against styles, the connective yellowish to brown, not or only slightly glandular-swollen abaxially. Gynoecium 3-carpellate; ovary 1.5-2 mm high, ovoid, tomentose or loosely sericeous; styles 3 but completely connate, tomentose, 1.5-2.2 mm long; stigma hardly to prominently 3-lobed. Fruit orange or red, 13-15 mm in diameter (dried), globose or depressed-globose and 3-lobed, thinly sericeous to glabrescent but even at maturity with some hairs persistent, the wall smooth (i.e., not granulate) but often with reticulate walls of pyrenes showing through the thin flesh.

Type: MEXICO. Veracruz: Mun. “Dos Ríos” (Emiliano Zapata), Palo Gacho, 300 m, 10.VII.1971 (flower/immature fruit), *F. Ventura A. 3842* (holotype: MICH!; isotypes: DS!, ENCB!, TEX!).

Additional specimens examined: MEXICO. Veracruz: Mun. Actopan: Raya Manuel Díaz (Sierra Manuel Díaz), 17.IV.1985, *Acosta P. 531* (XAL); Laguna de La

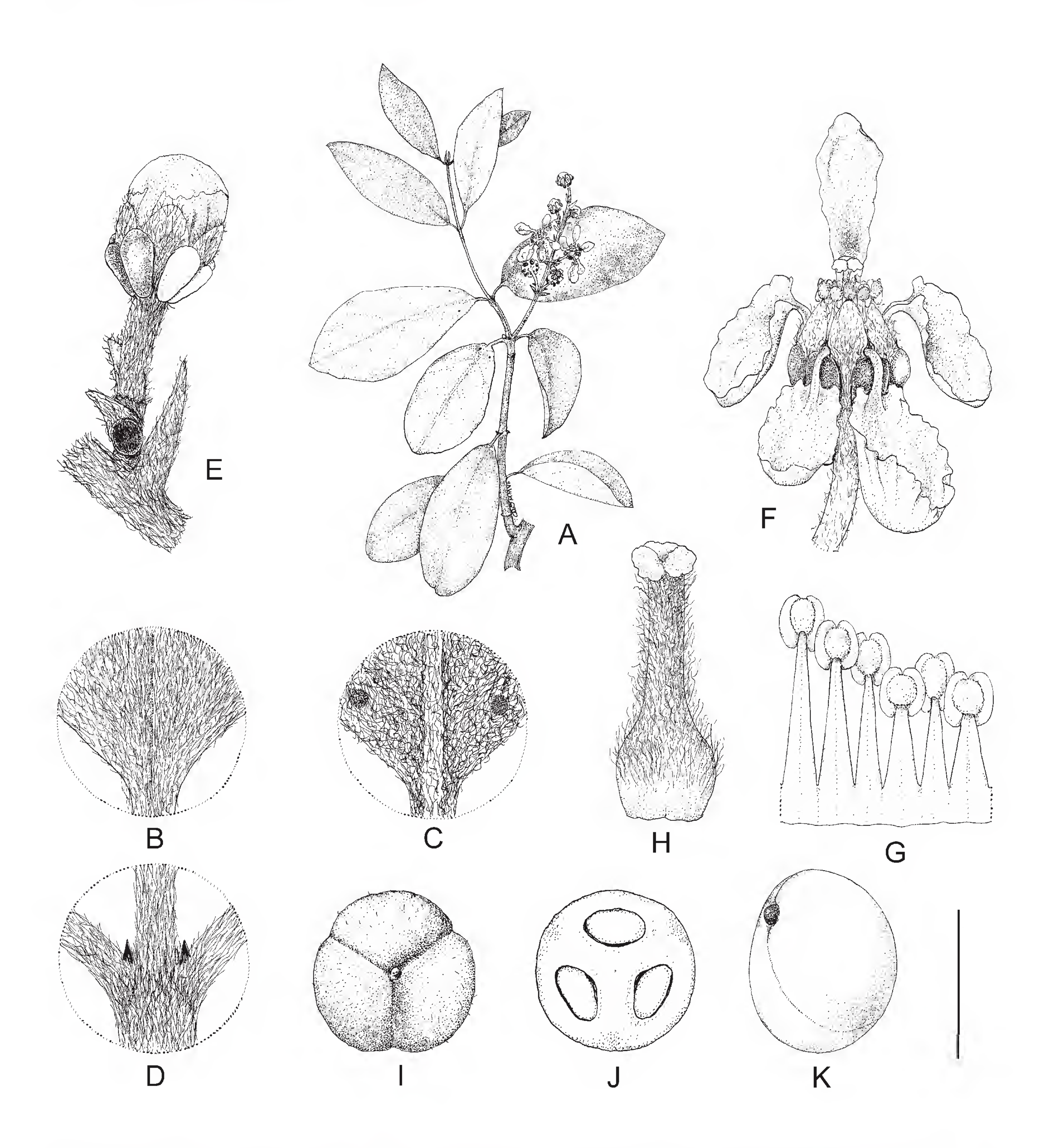


Fig. 2. *Bunchosia cruciana* W. R. Anderson. A. flowering branch; B. base of lamina, adaxial surface; C. base of lamina, abaxial surface; D. node with stipules; E. flower bud and portion of inflorescence axis; F. flower, posterior petal uppermost; G. partial androecium laid out, abaxial view, the stamen at right opposite posterior petal; H. gynoecium; I. intact fruit from above; J. fruit in cross-section; K. embryo. Scale bar equivalents: A, 4 cm; B, C, 4 mm; D-F, 4 mm; G, H, 2 mm; I, J, 1.3 cm; K, 6.7 mm. Based on: A-H, *Ventura A. 14149*, MICH; I, J, *Hansen & Nee 7504*, F; K, *Calzada 1834*, MICH. Drawn by Karin Douthit.

Mancha, 10.VI.1977, *Novelo 353* (MO, XAL); Mun. Apazapan: road from Baños de Carrizal to Emiliano Zapata, 2-6 km SE of Emiliano Zapata, 27.VI.1980, *Hansen & Nee 7504* (F, MO, XAL); 3 km SW of Chahuapa on road to Apazapan, 12.VI.1984, *Solheim & Cházaro B. 1588* (NY, WIS, XAL); Mun. Coatepec: 2 km antes de Jalcomulco en las faldas del Cerro de Las Palmas, 20.V.1979, *Castillo C. & Tapia 699* (ENCB, F, GUADA, UC, XAL); Mun. Emiliano Zapata: 500 m de la desviación a Carrizal por la carreterra Xalapa - Veracruz, 20.VII.1975, *Calzada 1834* (F, MEXU, MICH, XAL); Cerro Gordo, 30.IV.1972, *Dorantes & Márquez 1493-D* (ENCB, MICH); Plan del Río, carretera Veracruz - Xalapa, 8.VII.1977, *Fay & Hernández 841* (F, GH, MEXU, NY, TEX, US, XAL); km 368-371 on Jalapa - Veracruz highway, between Cerro Gordo and Plan del Río, 13.II.1943, *Gilly et al. 53* (MICH); just N of La Bocana, ca. 2.5 km S of El Aguaje, 30.VI.2001, *Provance 3406* (MICH); La Cumbre, about 8 km NW of Rinconada, 23.VI.1984, *Solheim 1684* (NY, WIS, XAL); Palo Gacho, 10.VII.1971, *Ventura A. 3841* (CAS, ENCB, LL, MICH, TEX); Palo Gacho, 16.VI.1975, *Ventura A. 11452* (ENCB, MICH); Plan del Río, 16.VII.1975, *Ventura A. 11680* (ENCB, MICH); Mun. La Antigua: 2 km al W de Cardel, 27.VI.1970, *González G. 32* (CAS, F, GH, MEXU); Mun. Paso de Ovejas: 2 km antes de Mata Mateo, 15.VII.1984, *Avendaño R. & Castillo C. 1804* (UC, XAL); 2 km al NE de Acazonica, 23.VII.1985, *Medina A. & Vázquez B. 298* (ENCB, IBUG, XAL); Mun. Puente Nacional: La Ceiba, 12.VI.1975, *Ventura A. 11418* (ENCB, MICH); Río Escondido, 22.VI.1977, *Ventura A. 14149* (ENCB, MICH); Mun. Xalapa: Rinconada near Jalapa, V.1894, *Smith 1564* (NY); Mun. unknown: cerro a 11 km al S de Palma Sola, frente a Villa Rica, 29.VI.1972, *Dorantes 1177* (CAS, ENCB, F, MEXU); Buena Vista, 19.VII.1972, *Dorantes 1421* (F, LL, MEXU); Barranca de Panoaya, VII.1920, *Purpus 8519* (UC); Remulatero, IV.1922, *Purpus 8759* (UC).

Tropical deciduous forest or scrub vegetation from sea level to 550 m, collected with flowers from February to July and with fruits from April to July; local name "zapotito".

The specific epithet of *Bunchosia cruciana* refers to the Mexican state of Veracruz, where this species is endemic. Among Mexican species in which the ovary is tricarpellate and hairy and the enlarging fruit is glabrescent, *B. cruciana* should be compared to *B. biocellata* Schltdl., which is widespread in eastern Mexico and whose type also came from Veracruz. The easiest way to distinguish *B. biocellata* from *B. cruciana* is that in *B. biocellata* the laminas are initially sericeous adaxially with sessile, straight, more or less appressed hairs but soon glabrate except often persistently

sericeous on the midrib. Its laminas are usually larger [(6)9-17 cm long, (4)5-9 cm wide)], its petioles and stipules are usually longer, its inflorescences are often longer and contain more flowers, and the fruits are often larger. *Bunchosia montana* A. Juss. resembles *B. cruciana* but its gynoecium is bicarpellate; it is known from Puebla, Oaxaca, Chiapas, Guatemala, and Honduras, but not from Veracruz.

Bunchosia soejartoi W. R. Anderson, sp. nov. (Fig. 3)

Bunchosia soejartoi differs from *B. retusa* by the abaxially appressed-tomentose laminas with basally eglandular petioles and paired inflorescences.

Tree 10 m tall; stems densely and persistently sericeous, glabrescent in later years with the advent of secondary growth. Lamina of larger leaves 16-26 cm long, 11-16 cm wide, broadly elliptical, broadly cuneate at base, rounded and apiculate or shallowly retuse at apex, adaxially glabrate at maturity except persistently loosely sericeous on midrib, abaxially densely and persistently appressed-tomentose with the hairs sessile or short-stalked and the crosspiece ca. 1 mm long and straight to sinuous but not twisted, the hairs numerous but not abundant enough to hide the epidermis, the abaxial glands small (ca. 0.5 mm in diameter) and few (up to 6 per side?), borne beside or near the midrib, the principal lateral veins 8-10 on each side; petiole 11-16 mm long, densely and persistently sericeous, eglandular at base, mostly bearing a pair of glands ca. 0.5 mm in diameter at or slightly below apex; stipules 2.5-3.5 mm long, narrowly triangular, flattened and often incurved distally, abaxially densely sericeous, adaxially thinly sericeous to glabrescent, borne on petiole 2-3 mm above base. Inflorescences borne in pairs on older stems axillary to scars of shed leaves, never in axils of current leaves; pseudoracemes 10-16 cm long with the slender axis sericeous, without vegetative leaves below the flowers, the flowers 16-34 or more, borne proximally in pairs but distally in no consistent arrangement; proximal bracts 3-4 mm long, distal bracts 1.5-2 mm long, triangular, abaxially sericeous, adaxially glabrous, all eglandular; proximal peduncles 2-4 mm long, distal peduncles 1-1.5 mm long, sericeous; bracteoles ca. 1 mm long, ovate, abaxially sericeous, adaxially glabrous, one of each pair bearing 1 abaxial gland and the other eglandular; pedicels 6-10 mm long, sericeous, glabrescent in age. Sepals extending 0.5-1 mm beyond glands, rounded, abaxially sericeous, adaxially glabrous, pressed inward against filaments; glands apparently 8 but probably actually 10 with the anterior 4 connate in 2 broad pairs, 2.5-3 mm long, obovate, compressed, decurrent with half or more of their length on pedicel, recurved at apex. Petals light yellow, glabrous; lateral petals reflexed,

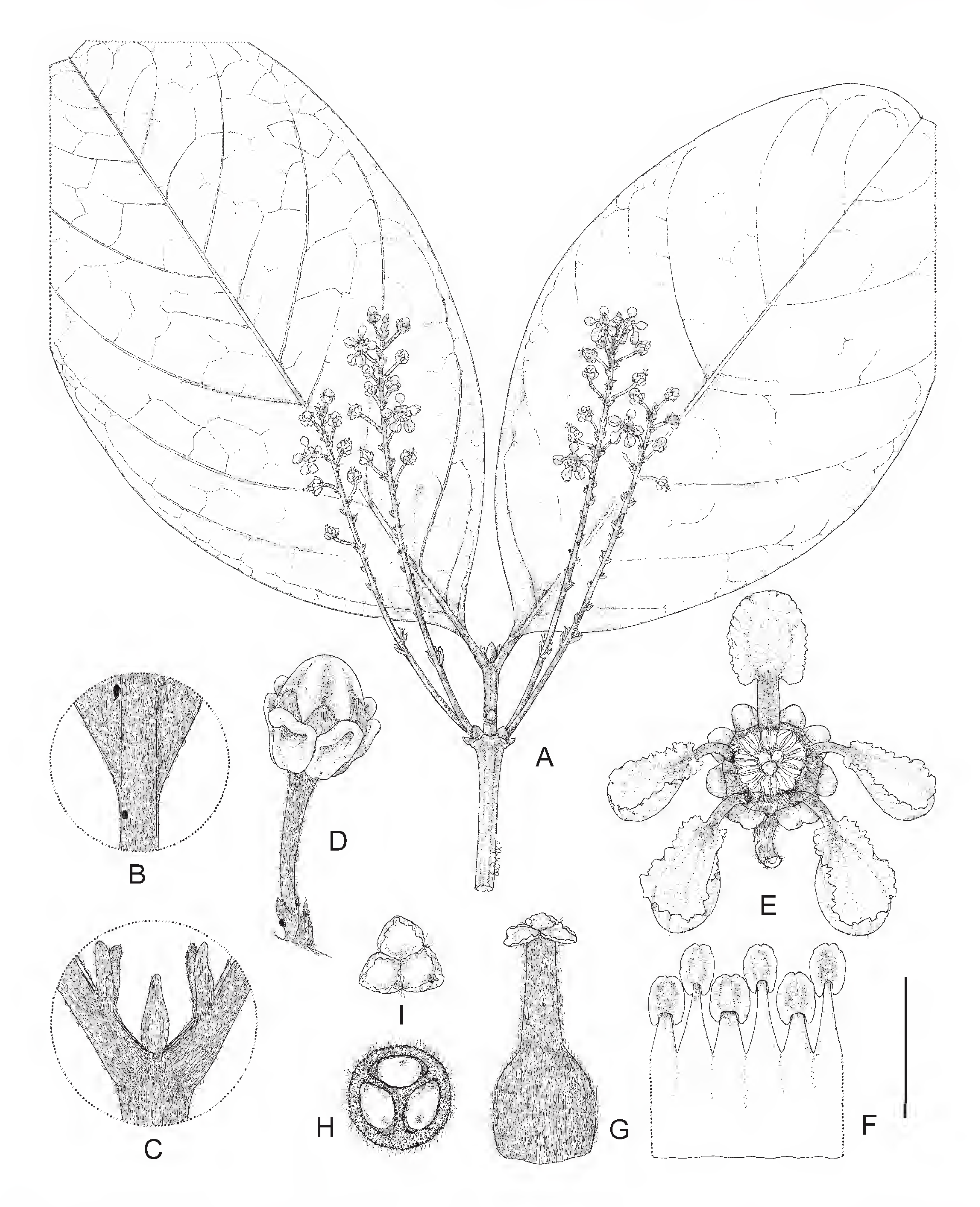


Fig. 3. *Bunchosia soejartoi* W. R. Anderson. A. flowering branch; B. distal portion of petiole and base of lamina, abaxial view, to show glands; C. node with large stipules borne on petioles; D. flower bud with pedicel and short peduncle bearing bracteoles at apex, subtended by bract; E. flower, posterior petal uppermost; F. portion of androecium laid out, abaxial view, the stamen third from left opposite posterior petal; G. gynoecium; H. cross-section of ovary; I. stigmas from above. Scale bar equivalents: A, 4 cm; B, C, 8 mm; D, 9 mm; E, 4 mm; F-I, 2 mm. Based on *Soejarto 2919*, MO. Drawn by Karin Douthit.

the claw 1.5-2 mm long, the limb 3-4.5 mm long, 3-4 mm wide, deeply to shallowly concave, erose, eglandular, the outermost largest and most deeply concave; posterior petal erect, the claw 2 mm long, the limb ca. 2.5 mm long, 2 mm wide, shallowly concave, erose or distally entire, eglandular. Stamens glabrous; filaments 1.5-2.5 mm long, longer opposite sepals than opposite petals, 1/2 or more connate; anthers 0.7-0.8 mm long, alike, the connectives yellow or light brown and slightly glandular-swollen. Gynoecium 3-carpellate, densely sericeous or appressed-tomentose its whole length including the style; ovary 1-1.2 mm high, globose, 3-loculed; style 1 (formed from 3 completely connate), 1.3-1.5 mm long, the 3 large stigmas distinct. Fruits unknown.

Type: COLOMBIA. Antioquia: Mun. Anorí, Corr. Providencia, Buenos Aires trail, along Río Anorí, 500-700 m, advanced and humid secondary forest, 7.VI.1971 (flower), *D. D. Soejarto 2919* (holotype: GH!; isotypes: COL!, HUA!, MO!).

Bunchosia soejartoi is named in honor of the botanist Djaja Djendoel Soejarto (b. 1939), collector of the type and only known collection. It should be compared to other species that have a tricarpellate, densely hairy gynoecium. In Colombia, the only species that could be confused with *B. soejartoi* is *B. retusa* Triana & Planch., but in the latter the lamina is densely woolly below (not appressed-tomentose), the petioles are only ca. 5 mm long and biglandular at base, and the inflorescences are shorter, up to 10 cm long in flower, and borne singly in the axils of current vegetative leaves. In Central America the most similar species are *B. lanieri* S. Watson of Belize, Guatemala, and Honduras, and *B. stipulacea* W. R. Anderson of Panama. The most immediately evident distinction of *B. soejartoi* from those species is the inflorescences paired on older stems axillary to leaf scars; in the Central American species the inflorescences are single and axillary to current leaves. *Bunchosia soejartoi* is also distinguished by its rounded, often retuse leaf apices, few leaf glands, often sinuous abaxial leaf hairs, and stipules borne well above the base of the petiole. The flowers of *B. soejartoi* are smaller in all their parts than those of *B. lanieri* and *B. stipulacea*.

Heteropterys tiinae W. R. Anderson, sp. nov. (Fig. 4)

Heteropterys tiinae differs from all other species of *Heteropterys* by the combination of small glabrous laminas bearing large glands abaxially, epipetiolar stipules, and umbels or corymbs of 4–6 flowers with small greenish petals borne on well-developed peduncles.

Slender woody vine, the stem initially thinly sericeous with very short brown strongly appressed hairs, soon (already in first year) glabrescent and developing many large punctiform lenticels. Lamina of larger leaves 3.5-7.3 cm long, 1.9-3 cm wide, elliptical or narrowly ovate, cuneate to rounded and sometimes short-decurrent at base, flat or slightly revolute at margin, abruptly short-acuminate or obtuse and apiculate at apex, glabrous or bearing a few short appressed hairs abaxially near base, bearing 2 large raised glands on abaxial surface at base and occasionally 1 or 2 additional glands on abaxial surface above base, the glands rarely on decurrent laminar tissue and appearing to be on apex of petiole, the principal lateral veins 4-6 on each side of midrib; petiole of larger leaves 7-14 mm long, very sparsely sericeous to soon glabrate, eglandular except for glands on decurrent lamina (see above); stipules 0.2-0.4 mm long, thick, borne on petiole just above base, glabrous, persistent. Inflorescence axillary and terminal, a pyramidal panicle with flowers ultimately borne in umbels or corymbs of 4-6, the congestion variable with the proximal pair often separated by up to 2 mm from the terminal cluster, the axes thinly golden- or brownish-sericeous; inflorescence axes often 2 or 3 in same axil, arrayed vertically; bracts 0.5-1 mm long, ovate, appressed, eglandular or occasionally bearing a pair of tiny marginal glands near base; peduncle 1.5-3 mm long, always distinctly shorter than pedicel; bracteoles 0.4-0.7 mm long, ovate, appressed, eglandular or not infrequently bearing a pair of tiny marginal glands near base, borne very low on peduncle, up to 0.5 mm above bract; pedicel 3.5-5 mm long. Flowers ca. 8 mm in diameter. Sepals 1.5 mm long beyond glands, 0.8-1.1 mm wide, elliptical or broadly triangular, rounded at apex, appressed in anthesis, abaxially thinly sericeous, adaxially glabrous, the anterior eglandular, the lateral 4 biglandular with the glands green, swollen, rotund or elliptical, 1.1-1.6 mm long, glabrous. Petals exposed in the enlarging bud, yellow-green, glabrous, abaxially smooth or the lateral 4 slightly carinate; lateral petals spreading to reflexed in age, with claw 1-1.4 mm long and limb 2-2.3 mm long, ca. 1.5 mm wide, rounded-quadrangular or ovate, entire or slightly erose; posterior petal similar to lateral petals but with claw thicker and not recurved in age and limb slightly smaller. Stamens glabrous; filaments 1.5-2.2 mm long, connate proximally for 0.5-0.8 mm, longest opposite the anterior sepal and then opposite the 2 anterior-lateral sepals, stoutest opposite the 3 posterior petals; anthers 0.4-0.6 mm long, subequal, the connectives red. Ovary ca. 1 mm high, sericeous with very short tightly appressed hairs; styles 1.3-1.6 mm long, subequal with the anterior slightly longer than the posterior 2, glabrous, the anterior straight and erect or leaning slightly toward the posterior petal, the posterior 2 bowed, all 3 slightly flattened laterally and dorsally rounded-truncate at apex with the stigmas internal. Samaras 13-17 mm long, sparsely and loosely sericeous with the short

hairs much more abundant and persistent on the nut than on the wing; dorsal wing 11-15 mm long, 6-8 mm wide; nut 3-5 mm long and wide, without lateral outgrowths.

Type: PERU. Cajamarca: between Jaén and Gotas de Agua, 5°41'61" S, 78°46'66" W, 800 m, roadside in area of disturbed scrubby seasonally dry forest,

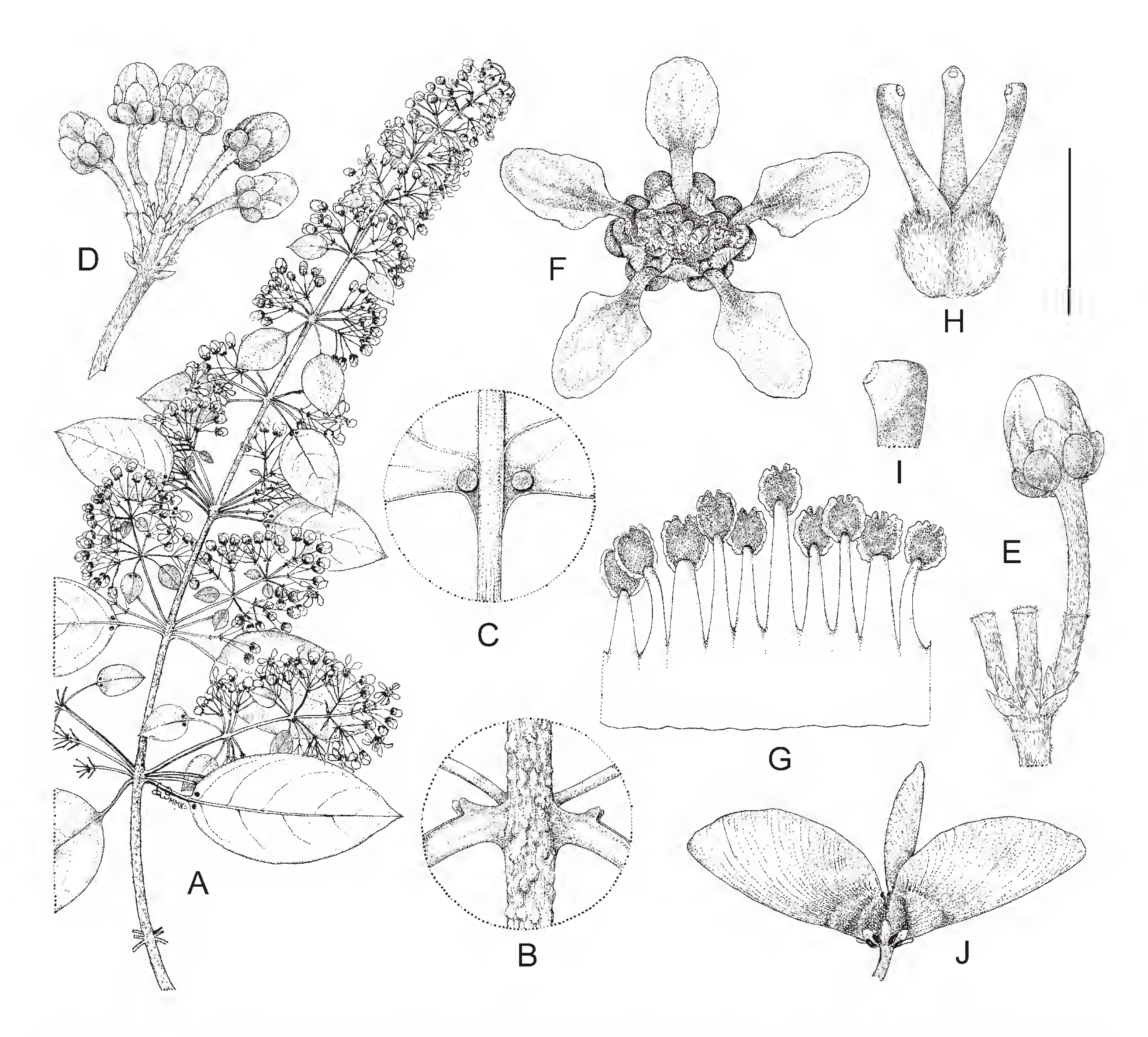


Fig. 4. *Heteropterys tiinae* W. R. Anderson. A. flowering branch; B. node showing stipules on base of petiole; C. base of lamina, abaxial view; D. corymb of flower buds; E. flower bud; note bracteoles near base of peduncle. F. flower from above, posterior petal uppermost; G. androecium laid out, abaxial view, the longest stamen opposite anterior sepal; H. gynoecium, anterior style in center; I. distal portion of style; J. fruit. Scale bar equivalents: A, 4 cm; B, 4 mm; C, d, 8 mm; E, 4 mm; F, 3.3 mm; G, H, 2 mm; I, 0.8 mm; J, 1.3 cm. Based on: A-I, *Särkinen 3063*, MICH; J, *Hughes 3139*, MICH.

13.IV.2008 (flower), *T. E. Särkinen 3063* (holotype: MICH!; isotypes: E, MOL, fide C. E. Hughes, pers. comm.).

Additional specimens examined: PERU. Cajamarca: Jaén, ca. 4 km NE of Jaén, road to Gotas de Agua, in low hills W of the Río Marañón, 05°41'43" S, 78°46'45" W, 742 m, disturbed dry thorn scrub, 17.V.2011 (fruit), *Hughes 3139* (MICH; also MOL, MT, USM, fide C. E. Hughes, pers. comm.).

Heteropterys tiinae is named in honor of the Finnish botanist Tiina Elina Särkinen (b. 1981), who collected the type in collaboration with A. Daza, H. Vandrot, and S. D'ugard; the species is known only from the two collections cited here. *Heteropterys tiinae* is probably referable to the complex of *H. tomentosa* A. Juss., with the geographically closest species being *H. falcifera* A. Juss. of Bolivia and *H. fulva* Cuatrec. of Peru. It is readily distinguished from those species, and from all other species of *Heteropterys*, by the following combination of characters: small nearly glabrous leaves with large glands on the abaxial surface (not on the margin), epipetiolar stipules, umbels or corymbs of 4-6 flowers, well-developed peduncles with the bracteoles borne near the base, and tiny greenish petals. The flowers are among the smallest in the family. The yellow-green color of the petals is probably unique in *Heteropterys* H.B.K. and highly unusual in the family. The only other species of Malpighiaceae with greenish petals that I recall is *Pterandra guianensis* W. R. Anderson (W. Anderson, 1981; C. Anderson, 1997).

Lophanthera marcelae W. R. Anderson, sp. nov.

Lophanthera marcelae differs from all other species of *Lophanthera* by its bicarpellate ovary.

Small shrub; stems densely and persistently sericeous with initially copper-colored hairs 0.5-1 mm long, straight, and sessile, belatedly glabrescent and developing circular or elliptical lenticels ca. 0.5 mm long. Lamina of larger leaves 13-18.4 cm long, 3-3.9 cm wide, narrowly elliptical, cuneate at base, flat or slightly revolute at margin, long-acuminate at apex with acumen 1.5-2 cm long, adaxially eglandular and glabrous at maturity, abaxially ± persistently sericeous with the hairs originally dense on midrib, numerous on laminar tissue but mostly not touching and not nearly dense enough to conceal epidermis, bearing 3-5 small impressed glands on each side of midrib between midrib and margin in proximal 2/3 of lamina, the princi-

pal lateral veins 12-15 or more on each side of midrib, fine and only moderately prominent on both sides of dried lamina, difficult to distinguish from lesser lateral veins; petiole 8-10 mm long, densely and ± persistently sericeous, eglandular (but sometimes glands on decurrent base of lamina seeming to be on apex of petiole); stipules intrapetiolar (borne on adaxial face of petiole at base), 4-6 mm long, narrowly triangular and tapering gradually to apex, membranous, the pair 1/2-2/3 connate, abaxially sericeous, adaxially glabrous, persistent. Inflorescence terminal and erect, 10 cm long (incomplete), bearing 25 cincinni, the cincinni proximally decussate, distally in no consistent order, the axis densely and persistently sericeous like stems; cincinni ascending, each containing 1-2 flowers; bracts 2-3.5 mm long, 0.7-1 mm wide, narrowly triangular, abaxially sericeous, adaxially glabrous, eglandular; primary peduncle (from bract to first joint) 7-9 mm long, loosely sericeous, bearing slightly below its apex 2 bracteoles like the bract but shorter, 1 usually eglandular, the other (occasionally both) with a spatulate apical extension terminating in a discoid gland; pedicel (in bud) 7-8 mm long, loosely sericeous. Sepals (in bud) 2-3 mm long, ca. 2 mm wide, ovate or elliptical, rounded and erose or denticulate at apex, glabrous or bearing a few abaxial hairs, all eglandular or 2 adjacent sepals bearing 1 gland each, the 2 glands adjacent to each other, distally free from the sepals and slightly reflexed. Petals pink, glabrous, nearly entire (minutely denticulate), dorsally smooth. Stamens 10, all fertile, glabrous; filaments distinct or slightly connate only at very base; anthers (in bud) 2-2.5 mm long, ± alike, the connective shorter than locules at apex and swollen at base, the outer locules bearing a very narrow (0.10-0.15 mm wide) membranous longitudinal wing extending from apex at least 2/3 of the distance to base. Receptacle glabrous between androecium and gynoecium. Gynoecium glabrous, bicarpellate; ovary with both locules fertile; styles 2, long and very slender, subulate, terminating in minute apical stigmas, bent in bud. Fruit unknown.

Type: COLOMBIA. Chocó: Región del (Bajo) Río Baudó, 6.II.1967 (immature flower), *H. P. Fuchs, L. Zanella & J. H. Torres R. 21771* (holotype: COL!).

Lophanthera marcelae is named in honor of Marcela Celis, a Colombian student of Iridaceae, who was wonderfully helpful to me and my wife, Christiane, when we visited Colombia in 2009 to work on the Malpighiaceae for the Catálogo de las Plantas de Colombia.

Unfortunately, the holotype of *Lophanthera marcelae* (the single specimen known) bears only flowers in bud, but there can be no doubt that this is a distinctive new species. It is to be compared to the two other species of *Lophanthera* that have

pink, dorsally smooth petals, *L. hammelii* W. R. Anderson and *L. spruceana* Nied.; the other three species of the genus have yellow, dorsally carinate petals (Anderson, 1983). The following key distinguishes *L. marcelae* from the other pink-flowered species.

1 Gynoecium densely sericeous; bracteole gland, when present, sessile and covering much of the abaxial surface of the bracteole; stipules 1.5-3 mm long, connate their whole length; northwestern Amazonia (Brazil and Colombia) .... *L. spruceana*
1 Gynoecium glabrous; bracteole gland, when present, terminal and peltate; stipules 3-6 mm long, at least partially connate but often distally distinct.
 2 Gynoecium tricarpellate; calyx bearing 10 abaxial glands; anther wings 0.2-0.4 mm wide, widest distally; Costa Rica .... *L. hammelii*
 2 Gynoecium bicarpellate; calyx bearing 0-2 abaxial glands; anther wings 0.1-0.15 mm wide and of uniform width; Colombia (Chocó) .... *L. marcelae*

As the above key implies, it seems likely that *L. marcelae* is most closely related to *L. hammelii*; it is worth noting that they are the only trans-Andean species of *Lophanthera* A. Juss., the other four all being Amazonian (Anderson, 1983). When *L. marcelae* is better known more differences between them will probably emerge. For example, *L. hammelii* is a large shrub or tree with a very long, pendent inflorescence, while the type of *L. marcelae* was a small shrub with a short, apparently erect inflorescence, but without more material it is difficult to know how much significance to attach to that difference. When we have mature flowers and fruits of *L. marcelae*, they will probably differ in additional characters from those of *L. hammelii*. *Lophanthera marcelae* is the only species of the genus to have fewer than three carpels in the gynoecium. Its very narrow anther wings are noteworthy, but it is possible that they enlarge somewhat in anthesis.

It has long been evident from their morphology that *Lophanthera* and *Spachea* A. Juss. are similar genera, especially in their gland-bearing bracteoles and dry schizocarpic fruits (Anderson, 1981). Molecular studies (e.g., Davis et al., 2001) have strongly supported their sister status. In most characters *Spachea* is derived relative to *Lophanthera* (Anderson et al., website, consulted in July 2013): In *Spachea* there are glands on both sides of the lamina, whereas in *Lophanthera* they are only on the abaxial side as in most Malpighiaceae. In *Spachea* the styles are stout and the stigmas and pollen grains are large, while *Lophanthera* has subulate styles and tiny stigmas and pollen grains like most byrsonimoid genera. In

Spachea the species are functionally dioecious, whereas in *Lophanthera* all the plants bear functionally bisexual flowers, as in most Malpighiaceae. In one character, however, *Lophanthera* is derived and *Spachea* has the presumably ancestral condition — in *Lophanthera* the outer locules of the anthers bear longitudinal wings, while those of *Spachea* are smooth as in most Malpighiaceae. I have argued (website, consulted July 2013) that this character justifies the continued recognition of both genera, because if *Spachea* is considered to be nested within *Lophanthera*, one has to assume that its smooth anther locules represent a reversal to an ancestral condition. Davis and Anderson (2010) have shown in their new phylogeny that *L. hammelii* is more closely related to *Spachea* than to the other species of *Lophanthera* sampled. This is one of the very few cases in which our molecular results have contradicted our morphological data. I feel that we should continue to recognize *Lophanthera*, at least until this conflict has received further study. In this context it is intriguing that the anther wings in *L. marcelae* are so very narrow. They suggest that possibly the anthers of *Spachea* really are derived from an ancestor that lost the prominent wings found on the anthers of other species of *Lophanthera*. Thus *L. marcelae* is a species of considerable phylogenetic interest and every effort should be made to collect good material of it, both to expand our very imperfect knowledge of its morphology and to add sequences from its DNA to our phylogenetic tree.

Mascagnia corymbosa W. R. Anderson, sp. nov. (Fig. 5).

Mascagnia corymbosa differs from *M. ovatifolia* in its smaller, eglandular laminas and unbranched inflorescences borne in the axils of a mature leaves.

Slender woody vine; stems tightly sericeous to glabrate. Lamina of leaves 6.7-9.3 cm long, 3-5.3 cm wide, ovate or elliptical, cuneate at base, abruptly short-acuminate at apex, nearly glabrous on both sides at maturity but with scattered loosely appressed hairs, especially on midrib, eglandular, the principal lateral veins 5-7 on each side of midrib, the reticulum visible below but not prominent on either side; petiole 8-15 mm long, slender, thinly and tightly sericeous, eglandular; stipules ca. 0.3 mm long and wide, triangular, sericeous, borne on stem at base of petiole, persistent or deciduous. Inflorescence unbranched, borne in axil of full-sized leaf, the stalk ca. 3 cm long, slender, sericeous or glabrescent, distally flattened, bearing a tight corymb 4-6 mm long of 10 or more flowers; bracts 0.9-1.5 mm long, ca. 0.4 mm wide, narrowly triangular, eglandular, pilose, persistent; peduncle (in fruit) 6-10

mm long, slender, loosely sericeous or (especially distally) glabrescent; bracteoles borne at apex of peduncle or 1 slightly below, 0.4-0.5 mm long, ca. 0.2 mm wide, narrowly triangular, eglandular, pilose, persistent; pedicel (in fruit) 11-12 mm long, slender, proximally glabrous, distally sericeous to glabrescent. Flowers not seen, the only known collection bearing mature fruits; 4 sepals abaxially biglandular, the fifth eglandular; styles truncate at apex. Samara orbicular, 2.8-3.3 cm in diameter; lateral wing membranous, continuous at base and apex, not cleft at apex but broadly and shallowly emarginate, nearly glabrate at maturity; dorsal winglet 8-10 mm wide, prolonged upward toward apex of samara and confluent with lateral wing; ventral crest 1-1.5 mm wide, extending from apex of nut upward and confluent with lateral wing; nut inserted above center of lateral wing, persistently thinly sericeous; ventral areole ovate or triangular, 3.5-4 mm high, 2.3-3 mm wide; fruit subtended by a short, obscure and not darkly colored, sparsely pilose 3-lobed disc.

Type: COLOMBIA. Antioquia: Mun. Mutatá, carretera de Bajirá hacia Caucheras, 2 km; bosque primario perturbado, 40 m, 20.III.1983 (fruit), *J. Brand & E. Ascanio 315* (holotype: HUA!; isotype: MO!).

This interesting species is named for its unbranched, tightly corymbose inflorescence axillary to a full-sized leaf. Among the species of *Mascagnia* that have such unbranched axillary inflorescences *M. corymbosa* is distinguished by the combination of nearly glabrate leaves with both the lamina and the petiole eglandular, very

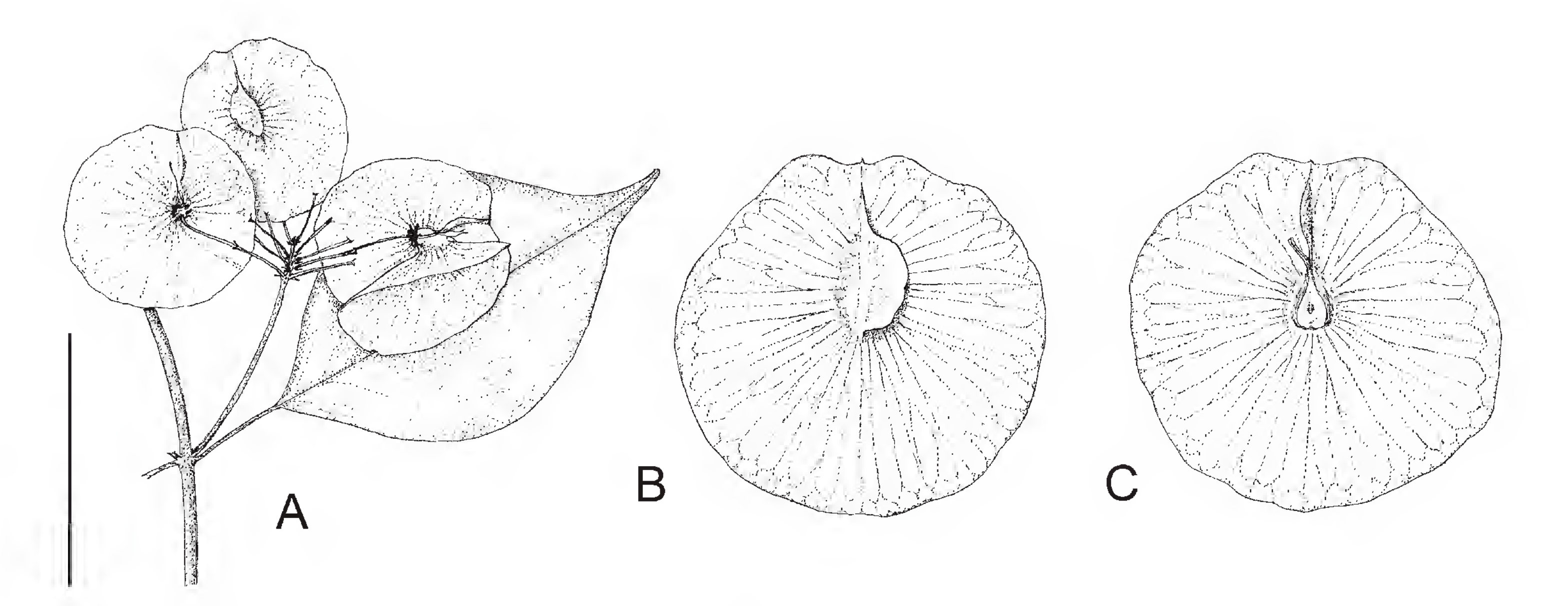


Fig. 5. *Mascagnia corymbosa* W. R. Anderson. A. fruiting branch; B. samara, abaxial view; C. samara, adaxial view. Scale bar equivalents: A, 4 cm; B, C, 2 cm. Based on *Brand & Ascanio 315*, MO. Drawn by Karin Douthit.

congested clusters of flowers, long slender peduncles and pedicels that are sericeous to glabrescent, eglandular bracteoles, the orbicular samara that is only broadly and shallowly emarginate at the apex, and the pilose disc below the fruit. The other Colombian species of *Mascagnia* that bear their flowers in unbranched inflorescences axillary to full-sized leaves have the lamina more or less densely and persistently hairy at maturity, at least abaxially. The only other Colombian species with a pilose disc is *M. ovatifolia* (H.B.K.) Griseb., but in that species the inflorescence is paniculate with the ultimate flower clusters less congested, the leaves are larger with the lamina bearing a pair of glands at the abaxial base, and the disc below the fruit is large and dark red. *Mascagnia corymbosa* is known only from the type, which is in fruit. I cannot be certain of the original shape of the styles, but some give the impression that they were lyrate. If that is the case, the petals will probably prove to be pink or lilac; I know of no yellow-flowered species of *Mascagnia* with lyrate posterior styles.

ACKNOWLEDGMENTS

Karin Douthit drew the beautiful illustrations. Tiina Särkinen and Colin E. Hughes kindly sent specimens of *Heteropterys tiinae* and provided additional information. I am most grateful for the hospitality shown by Colombian botanists during visits to COL and HUA in 2009; Julio Betancur B., Felipe Cardona, Marcela Celis, Herberto A. David, Carlos A. Parra-O., and Lauren Raz were particularly helpful. I thank Christiane Anderson for her comments. Thomas F. Daniel, Emily Lott, and Victor Steinmann reviewed the manuscript and contributed helpful suggestions and corrections. The curators of the following herbaria generously provided gifts and loans of specimens, and/or access to their collections: CAS, CHAPA, COL, DS, ENCB, F, GH, GUADA, HUA, IBUG, LL, MEXU, MICH, MO, NY, TEX, UC, US, WIS, XAL. My research was supported by NSF grant DEB-0543909 to the University of Michigan and an American Philosophical Society Franklin Research Grant.

LITERATURE CITED

Anderson, C. 1997. Revision of *Pterandra* (Malpighiaceae). Contr. Univ. Michigan Herb. 21: 1-27.

Anderson, W. R. 1981. Malpighiaceae. The botany of the Guayana Highland. Part XI, Malpighiaceae. Mem. New York Bot. Gard. 32: 21-305.

Anderson, W. R. 1983. *Lophanthera*, a genus of Malpighiaceae new to Central America. Brittonia 35: 37-41.

Anderson, W. R., C. Anderson and C. C. Davis. 2006-. Malpighiaceae. http://herbarium.lsa.umich.edu/malpigh/index.html [accessed 2013]

Davis, C. C. and W. R. Anderson. 2010. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. Amer. J. Bot. 97: 2031-2048.

Davis, C. C., W. R. Anderson and M. J. Donoghue. 2001. Phylogeny of Malpighiaceae: Evidence from chloroplast ndhF and trnl-F nucleotide sequences. Amer. J. Bot. 88: 1830-1846.

Gates, B. 1982. *Banisteriopsis, Diplopterys* (Malpighiaceae). Flora Neotropica Monograph 30: 1-237.

Niedenzu, F. 1928. Malpighiaceae. In: Engler, A. (ed.). Das Pflanzenreich IV. 141: 1-870.

Recibido en febrero de 2014.

Aceptado en mayo de 2014.



Acta Botanica Mexicana 109: 45-54 (2014)

UNA NUEVA ESPECIE DE *HECHTIA* (BROMELIACEAE; HECHTIOIDEAE) DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

Edith González-Rocha[1,2], Ana rosa López-Ferrari[2], Rosa Cerros-Tlatilpa[3] y Adolfo Espejo-Serna[2,4]

[1]Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Biología, Maestría en Biología, Apdo. postal 55-535, 09340 México, D.F., México.
[2]Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Herbario Metropolitano, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Biología, Apdo. postal 55-535, 09340 México, D.F., México.
[3]Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Biológicas, Avenida Universidad 1001, 62210 Cuernavaca, Morelos, México.
[4]Autor para la correspondencia: aes@xanum.uam.mx

RESUMEN

Se describe e ilustra *Hechtia montis-frigidi*, nueva especie de Morelos, México. El nuevo taxon se compara con *H. chichinautzensis* y *H. podantha*, especies con características similares.

Palabras clave: Cerro Frío, complejo *Hechtia podantha*, *Hechtia*, Tilzapotla.

ABSTRACT

Hechtia montis-frigidi, a new species from Morelos, Mexico is described and illustrated. The new taxon is compared with *H. chichinautzensis* and *H. podantha*, species with similar characteristics.

Key words: Cerro Frío, *Hechtia, Hechtia podantha* complex, Tilzapotla.

En el curso de la revisión de ejemplares de herbario, así como de las exploraciones en el estado de Morelos con el propósito de recolectar material de la familia

Bromeliaceae para completar la tesis de maestría en Biología de la primera autora, detectamos una población de *Hechtia* que no pudimos asignar a ninguna de las especies previamente registradas para el género y que corresponde a una nueva, para la cual proponemos el siguiente nombre:

Hechtia montis-frigidi, González-Rocha, Espejo, López-Ferr. et Cerros-Tlatilpa, sp. nov. Fig. 1.

Lithophytic rosulated herbs up to 2 m high; leaves fleshy, leaf sheaths straw colored and brown on the adaxial surface, pale brown to brown on the abaxial surface; inflorescence terminal; pistillate inflorescences twice branched; staminate inflorescences thrice branched, forming large panicles with up to 97 primary branches; peduncles sparsely lepidote; staminate flowers greenish white, tightly arranged in the apical portion of primary branches and loosely arranged in the basal portion, pistillate flowers greenish brown, loosely arranged, appearing sub-whorled, secondary branches longer than the primary bracts, filaments in the male flowers 3-5.5 mm long, anthers 1-2 mm long, green; capsules ovoid, brown, 1-1.3 cm long, 3-7 mm in diameter.

Hierbas rupícolas, arrosetadas, cespitosas, en flor de 1 a 2 m de alto, las rosetas de 20 a 40 cm de alto y de 60 a 70 cm de diámetro, acaules. Hojas numerosas, carnosas, las vainas pardas claras con tintes pardos oscuros y lustrosas en la superficie abaxial y pajizas y pardas en la superficie adaxial, deprimido ovadas, de 5.5 a 6 cm de largo, de 5 a 7.5 cm de ancho, glabras en su parte basal y densamente blanco lepidotas en su parte apical, las láminas de color verde oscuro, a veces con tintes rojizos, angostamente triangulares, de 32 a 48.5 cm de largo, de 2.8 a 4.8 cm de ancho, lepidotas en ambas superficies, largamente acuminadas y pungentes en el ápice, espinosas en el margen, recurvadas; las espinas antrorsas, amarillas a pardas, de 1.5 a 5 mm de largo, separadas entre sí 1 a 2 cm. Inflorescencias terminales, erectas, paniculadas; inflorescencias masculinas de 120 a 200 cm de alto, 3 veces ramificadas con hasta 97 ramas primarias, el pedúnculo pardo oscuro a rojizo, cilíndrico, de 60 a 90 cm de largo, de 2 a 3 cm de diámetro, esparcidamente blanco lepidoto, entrenudos del pedúnculo de 0.7 a 3 cm; brácteas del pedúnculo pardas claras, las vainas ovado triangulares, de 3 a 3.4 cm de largo, de 2.4 a 2.5 cm de ancho, las láminas angostamente triangulares, de 10 a 13.2 cm de largo, de 3 a 5.5 mm de ancho, largamente acuminadas, densamente imbricadas y mucho más largas que los entrenudos, esparcidamente blanco-lepidotas en la superficie abaxial, glabrescentes en la superficie adaxial, enteras a ligeramente erosas en el margen; las ramas primarias ascendentes, aplanadas, una por nudo, de



Fig. 1. *Hechtia montis-frigidi* González-Rocha, Espejo, López-Ferr. et Cerros-Tlatilpa. A. Rosetas. B. Inflorescencia con frutos maduros. C. Rama primaria con flores femeninas. D. Inflorescencia masculina. E. Flores masculinas. Fotografías A. Espejo.

9 a 18 cm de largo, lepidotas, sésiles a cortamente pediculadas, el pedículo de 6 a 10 mm de largo; las ramas secundarias mucho más largas que las brácteas primarias, de 3 a 10 cm de largo; ramas terciarias, cuando presentes de ca. 2 cm de largo; brácteas primarias pardas claras, ovado triangulares, de 1.3 a 6.8 cm de largo, de 3.5 a 19 mm de ancho, esparcidamente lepidotas en ambas superficies, largamente acuminadas, enteras a ligeramente erosas, las inferiores foliáceas; brácteas florales iguales a ligeramente más largas que los pedicelos, pero más cortas que los sépalos, pardas claras, triangulares, de 1.7 a 3.8 mm de largo, de ca. 1 mm de ancho, lepidotas, acuminadas, enteras a ligeramente erosas; flores polísticas, ascendentes, apretadamente dispuestas en la porción apical de las ramas y laxamente dispuestas en su porción basal, más de 40 por espiga, actinomorfas, pediceladas; pedicelos no articulados, obcónicos, de 1.5 a 3 mm de largo, esparcidamente lepidotos; sépalos pardos claros, triangulares, de 1.5 a 3 mm de largo, de 1.1 a 2 mm de ancho, esparcidamente lepidotos, agudos y cortamente apiculados en el ápice; pétalos blancos verdosos, ovado-elípticos, de 3.1 a 5 mm de largo, de 2 a 3 mm de ancho, glabros, redondeados a ligeramente emarginados en el ápice, enteros; estambres iguales, más largos que los pétalos, los filamentos blancos, angostamente triangulares, laminares, de 3 a 5.5 mm de largo, las anteras verdes, dorsifijas, oblongas, de 1 a 2 mm de largo, de ca. 1 mm de ancho; ovario vestigial, de 1 a 2 mm de largo; inflorescencias femeninas de 110 a 185 cm de alto, 2 veces ramificadas con 30 a 60 ramas primarias, el pedúnculo verde-purpúreo, cilíndrico, de 60 a 85 cm de largo, de 1 a 2.3 cm de diámetro, esparcidamente blanco lepidoto, entrenudos del pedúnculo de 1.7 a 3 cm; brácteas del pedúnculo pardas claras, ovado triangulares, de 3 a 14 cm de largo, de 6 a 25 mm de ancho, densamente blanco lepidotas en la superficie abaxial, glabrescentes en la superficie adaxial, largamente acuminadas, las basales imbricadas y mucho más largas que los entrenudos, las apicales más largas que los entrenudos, enteras a ligeramente erosas en el margen, las ramas primarias verdes purpúreas, ascendentes, aplanadas, una por nudo, de 6 a 23 cm de largo, lepidotas, sésiles; las ramas secundarias más largas que las brácteas primarias, de 4 a 10.5 cm de largo; brácteas primarias pardas claras, ovado triangulares, de (0.8-) 4 a 7 cm de largo, de 3 a 22 mm de ancho, esparcidamente lepidotas en la superficie abaxial, glabras en la superficie adaxial, acuminadas, erosas; brácteas florales más largas que los pedicelos y casi tan largas como los sépalos, pardas, estrechamente triangulares a ovadas, de 2.8 a 5.6 mm de largo, de 0.6 a 1.6 mm de ancho, lepidotas, acuminadas, enteras a ligeramente erosas; flores polísticas, ascendentes, laxamente dispuestas, a veces pareciendo subverticiladas, más de 30 por rama, actinomorfas, pediceladas; pedicelos no articulados, obcónicos, esparcidamente lepidotos, de 1 a 2 mm de largo; sépalos verdes pardos, triangulares, de 2 a 3 mm de largo, de 1.7 a 2.5

mm de ancho, densamente lepidotos en la base, agudos y cortamente apiculados, el margen hialino; pétalos verdes pardos, triangulares, de 3.5 a 4.6 mm de largo, de 2 a 3 mm de ancho, glabros, agudos en el ápice, enteros; ovario verde, elipsoide, de 4.5 a 5.7 mm de largo, de 2 a 2.9 mm de diámetro, glabro; estigmas tres, verdes, filiformes, recurvados en la parte apical, de 1 a 1.5 mm de largo, papilosos en la parte interna; estaminodios 6, blancos, angostamente triangulares, laminares, de 1.8 a 2.9 mm de largo, con anterodios diminutos e inconspicuos. Cápsula cortamente pedicelada, los pedicelos de 2 a 2.4 mm de largo, parda, ovoide, de 1 a 1.3 cm de largo, de 3 a 7 mm de diámetro. Semillas pardas, fusiformes, de 3.5 a 6 mm de largo, de ca. 1.6 mm de ancho, bicaudadas, con un ala que rodea la semilla.

Tipo: MÉXICO. Morelos, municipio de Puente de Ixtla, veredas de El Zapote a Cerro Frío, 18°27'56" N; 99°18'54" W, 2020 m, bosque de encino, 11.VI.1996, planta masculina, *A. R. López-Ferrari, A. Espejo, J. García-Cruz y R. Jiménez M. 2206* (Holotipo: UAMIZ, en 10 pliegos de herbario).

Paratipos: México. Morelos, municipio de Puente de Ixtla, Tilzapotla, 3 km al SW de La Joya, 1750 m, 26.XII.1980, planta femenina, *A. Bonfil C. 234* (MEXU, UAMIZ), planta masculina, *A. Bonfil C. 237* (UAMIZ); Cerro Frío, 18°27'10" N; 99°19'06" W, 2065 m, 17.VII.1999, plantas masculina y femenina, *N. Enríquez Alvirde 7* (UAMIZ); Cerro Frío, 1 km al E de El Zapote, 18°28'2.4" N, 99°19'0.8" W, 2118 m, 15.VI.2013, planta femenina, *E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari e I. N. Gómez-Escamilla 249* (MEXU, UAMIZ), *E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari e I. N. Gómez-Escamilla 250* (IEB, UAMIZ) y *E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari e I. N. Gómez-Escamilla 251* (MEXU, UAMIZ); planta masculina, *E. González-Rocha, A. Espejo, A. R. López-Ferrari e I. N. Gómez-Escamilla 252* (UAMIZ).

Los individuos masculinos del nuevo taxon son generalmente más altos que los femeninos, alcanzando hasta 2 m y presentando inflorescencias tres veces divididas con numerosas ramas primarias; en tanto que los femeninos son comúnmente de menor tamaño y presentan inflorescencias dos veces partidas con menos ramas primarias.

Hechtia montis-frigidi se conoce hasta ahora únicamente del municipio de Puente de Ixtla (Fig. 2), en donde crece formando colonias pequeñas en laderas rocosas abiertas en bosques de encino con elementos de bosque tropical caducifolio, entre 1750 y 2120 m. Florece de abril a julio. El epíteto específico del nuevo taxon hace referencia al lugar, Cerro Frío, en donde las plantas de la especie fueron en-

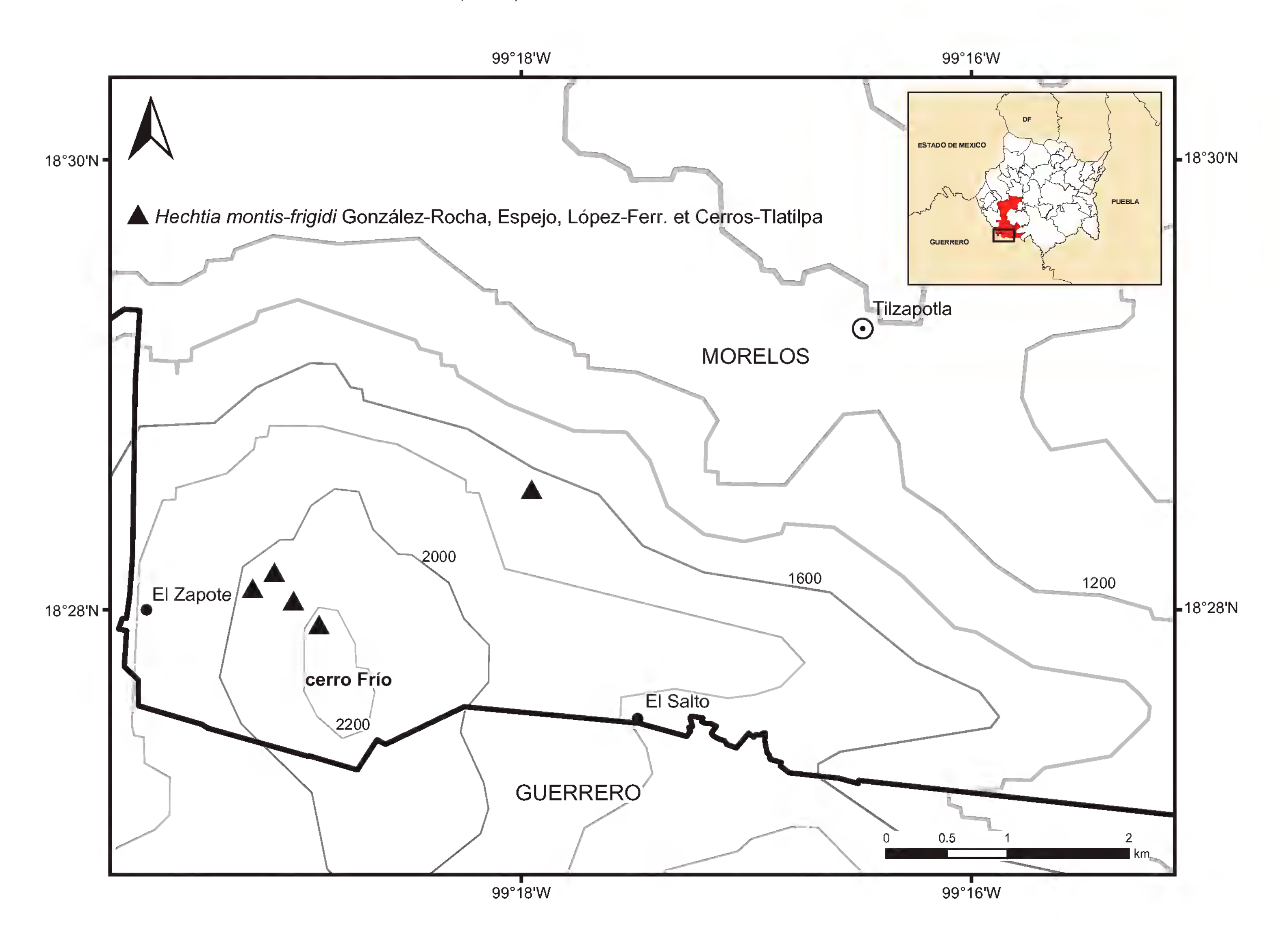


Fig. 2. Distribución conocida de *H. montis-frigidi* González-Rocha, Espejo, López-Ferr. et Cerros-Tlatilpa.

contradas. Las localidades donde la nueva especie ha sido recolectada se encuentran aproximadamente a 1 km de los límites con el estado de Guerrero, por ello es probable que la distribución de la misma se extienda a dicha entidad.

Por sus brácteas primarias grandes de 1.3 a 7 cm de largo, *Hechtia montis-frigidi* ha sido confundida, en especímenes de herbario, con *H. chichinautzensis* (Martínez-Correa et al., 2010) y *H. podantha* Mez (Mez, 1896). Sin embargo, difiere de éstas por sus ramas primarias alargadas, por el color pardo claro de las brácteas primarias, por sus panículas amplias en las plantas de ambos sexos y por sus inflorescencias masculinas claramente tres veces ramificadas (Cuadro 1; Figs. 1, 3 y 4). Además, *H. chichinautzensis* se ha registrado hasta ahora solo de los pedregales y riscos de la sierra norte del estado de Morelos en tanto que *H. podantha* se conoce de los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo, en el centro de México.



Fig. 3. Inflorescencias masculinas. A. *H. montis-frigidi* González-Rocha, Espejo, López-Ferr. et Cerros-Tlatilpa (*A. R. López-Ferrari 2206*). B. *H. podantha* Mez (*N. Martínez C. 101*). C. *H. chichinautzensis* Martínez-Correa, Espejo et López-Ferr. (*N. Martínez C. 37*). D. Ramas primarias: a) 3 veces ramificadas de *H. montis-frigidi*; 2 veces ramificadas de b) *H. podantha*; c) *H. chichinautzensis*. Fotografías A. Espejo y E. González-Rocha.



Fig. 4. Inflorescencias femeninas. A. *H. montis-frigidi* González-Rocha, Espejo, López-Ferr. et Cerros-Tlatilpa (*A. R. López-Ferrari 2205*; frutos, *A. Bonfil 234*). B. *H. podantha* Mez (*A. Espejo 6889*; frutos, *N. Martínez C. 38*). C. *H. chichinautzensis* Martínez-Correa, Espejo et López-Ferr. (*N. Martínez C. 39*; frutos, *N. Martínez C. 104*). Fotografías A. Espejo y E. González-Rocha.

Cuadro 1. Características comparativas de *H. montis-frigidi* González-Rocha, Espejo, López-Ferr. et Cerros-Tlatilpa, *H. podantha* Mez y *H. chichinautzensis* Martínez- Correa, Espejo et López Ferr.

	H. montis-frigidi	*H. podantha*	*H. chichinautzensis*
Tamaño de las plantas en flor	1-2 m	0.6-1.5 m	0.6-1.8 m
Vainas foliares	deprimido ovadas 5-7.5 cm de ancho	ovadas a suborbiculares 2.3-6.1 cm de ancho	ovadas a cuadradas 2-6.4 cm de ancho
Pedúnculo	esparcidamente blanco lepidoto 60-90 cm de largo	glabro 18.3-40 cm de largo	esparcidamente lepidoto 29-68 cm de largo
Inflorescencia masculina	3 veces ramificada	2 veces ramificada	2 veces ramificada
Longitud de las ramas primarias (inflorescencias masculinas)	9-18 cm	1.6-9 cm	2.5-5.5 cm
Longitud de las ramas secundarias (inflorescencias masculinas)	3-10 cm, mucho más largas que las brácteas primarias	1.3-2.4 cm, más cortas que las brácteas primarias	1.8-3.4 cm, más cortas que las brácteas primarias
Longitud de las ramas primarias (inflorescencias femeninas)	6-23 cm	2.5-9 cm	2.2-5.5 cm
Longitud de las ramas secundarias (inflorescencias femeninas)	4-10.5 cm	1.4-5.3 cm	de menos de 1.5 cm o ausentes

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a los curadores de los herbarios del Centro Regional del Bajío del Instituto de Ecología, A.C. (IEB), del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México (MEXU) y del herbario Ramón Riba y Nava Esparza de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAMIZ) por brindarnos las facilidades para la consulta del material depositado en sus colecciones y a la Biól. Ivonne Nayeli Gómez Escamilla por la elaboración del mapa de distribución. Los resultados de este trabajo forman parte de la tesis de maestría de la primera autora y fueron parcialmente financiados gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de la beca 265753.

LITERATURA CITADA

Martínez-Correa, N., A. Espejo-Serna, A. R. López-Ferrari e I. Ramírez-Morillo. 2010. Two novelties in *Hechtia* (Bromeliaceae, Hechtioideae) from Mexico. Syst. Bot. 35(4): 745-754.

Mez, C. 1896. Bromeliaceae. In: De Candolle, C. Monographiae Phanerogamarum 9: 1-990.

Recibido en septiembre de 2013.

Aceptado en febrero de 2014.

Acta Botanica Mexicana 109: 55-77 (2014)

POTENTIALLY USEFUL FLORA FROM THE TROPICAL RAINFOREST IN CENTRAL VERACRUZ, MEXICO: CONSIDERATIONS FOR THEIR CONSERVATION

Mireya Burgos-Hernández[1,3], Gonzalo Castillo-Campos[1] and María del Carmen Vergara Tenorio[2]

[1] Instituto de Ecología A. C., Red de Biodiversidad y Sistemática, Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México.
[2] Universidad Veracruzana, Centro de Investigaciones Tropicales, Ex-Hacienda Lucas Martín, Privada de Araucarias s/n. Col. Periodistas, 91019 Xalapa, Veracruz, México.
[3]Author for correspondence: mireya_bh14@hotmail.com

ABSTRACT

Tropical rainforests have been a valuable source of resources for human kind. However, this ecosystem is disappearing at an alarming rate, with only isolated fragments remaining in inaccessible zones and showing high probability of disappearing. The aim of this study was to identify tropical rainforest plant species with potential for human use in the central region of Veracruz, Mexico. A floristic inventory was compiled of rainforest fragments and secondary vegetation using the plotting method. The total area sampled was 5600 m^2. Using the equation Clench model, the proportion of species inventoried was assessed. This was 85% (tq = 0.85) for the rainforest and 90% (tq = 0.9) for the secondary vegetation. A total of 338 species, 210 genera and 89 families were recorded. Using semi-structured interviews with locals, a list of useful plants was drawn up and it was found that people recognized and used 47% of the species inventoried. Additionally, contingency tables and the Spearman correlation test were performed to determine the differences in knowledge and use of the vegetation among villages, as well as in the gender and age group of the respondents. Nevertheless, we found no significant differences (P >0.05). The use value (UV) was calculated to analyze the use of flora. in order to assess the relationship between the UV and their ecological importance, the index of adjusted ecological importance value (AEIV) was obtained. We detected that the most used species are not necessarily those of greater ecological importance. The potentially useful flora was defined based on a literature research, *in situ* interviews, as well as on their visual and morphological characteristics.

According to the data, more than 50% of the inventoried species are potentially useful, mainly as ornamental and medicinal ones, and they provide new economic alternatives for the local people with a minimum impact on the rainforest.

Key words: conservation, ethnobotany, Mexico, potentially useful flora, rainforest, secondary vegetation.

RESUMEN

Las selvas tropicales perennifolias representan una fuente de recursos valiosos para la humanidad. Sin embargo, están desapareciendo a una velocidad alarmante, quedando solo fragmentos aislados localizados en zonas de difícil acceso y próximos a desaparecer. El objetivo de este estudio fue identificar las especies vegetales de la selva mediana perennifolia con características potenciales de uso en la región central del estado de Veracruz, México. Para ello se realizó un levantamiento florístico en fragmentos de selva y vegetación secundaria usando el método de muestreo por cuadros. El área total muestreada fue de 5600 m^2. Mediante la ecuación del modelo de Clench, se evaluó la proporción de especies inventariadas, la cual fue de 80% (tq = 0.8) para la selva y 90% (tq = 0.9) para la vegetación secundaria. Se registró un total de 338 especies, 210 géneros y 89 familias. A través de entrevistas semiestructuradas, se generó un listado de las plantas útiles y se encontró que la población conoce y usa 47% de estas especies. Se realizaron tablas de contingencia y un análisis de correlación de Spearman para determinar las diferencias entre el conocimiento y uso de la vegetación en las localidades, así como entre el género y el grupo de edad de los entrevistados. Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas ($P > 0.05$). Para analizar el uso de la flora, se calculó el valor de uso (UV) y para evaluar la relación entre el valor de uso de las especies y su importancia ecológica, se obtuvo el índice ajustado de valor de importancia ecológica (AEIV). Con ello se detectó que las plantas más usadas no son necesariamente las de mayor importancia ecológica. La flora potencialmente útil fue definida con base en la revisión bibliográfica, las entrevistas y a sus características visuales y morfológicas. De acuerdo con los datos obtenidos, más de 50% de las especies inventariadas poseen este valor, principalmente como ornamentales y medicinales, y proporcionan nuevas alternativas económicas para los pobladores locales con un mínimo de destrucción de la selva tropical.

Palabras clave: conservación, etnobotánica, flora potencialmente útil, México, selva tropical, vegetación secundaria.

INTRODUCTION

Tropical forests are the most diverse and productive forests on the planet (Díaz-Gallegos et al., 2010). Nevertheless, they are quickly disappearing and many humid tropical regions are currently characterized by the presence of isolated and inaccessible rainforest fragments (Guevara and Lira-Noriega, 2004; Díaz-Gallegos et al., 2010). One of the immediate consequences of fragmentation is a decrease in habitat availability and the loss of biodiversity. Throughout history, ecosystem disturbances are tied to their use and available technology to harvest trees and attain land management (Bawa et al., 2004). The tropical forest provides many resources that people use and need. However, vegetation management has focused mainly on exploiting timber, with little concern for the different species and their benefits (Steffan-Dewenter et al., 2007). In rural areas of tropical regions, plant resource management includes taking advantage of the timber and non-forest timber products, crop production and livestock. Traditional or non-forest timber use of the forest consists of generally collecting plant material (e.g. seeds, flowers, fruits, leaves, roots, bark, latex, resins and other non-wood plant parts or products) for self-consumption (Ticktin, 2004; Shackleton and Shackleton, 2004; Mirjam et al., 2005). In some regions, these resources are commercialized and constitute the single source of income, so they represent an important part of the family budget at certain times of the year (Delvaux et al., 2009).

Particularly in Mexico, where only about 10% of its territory is humid, most of which was covered by tropical rainforest, it is estimated that there were originally about 22 million hectares of this ecosystem. Nowadays, this figure hardly reaches 800,000 ha. The remains of the current Mexican rainforest are scattered throughout the Lacandon region, the Chimalapas, in the states of Oaxaca and Veracruz (Anonymous, 2007). The last state mentioned has been known for maintaining the highest deforestation rates in the country. The tropical forest used to cover 65% of its surface, but now, this area has been reduced to only 3% of its territory, mainly due to anthropogenic activities (Anonymous, 2007).

In this context, the municipality of Atzalan, located in central Veracruz, is a good example of the situation described above. The area covered by rainforest has been dramatically reduced here in the last 12 years, with only small fragments remaining (Burgos-Hernández, 2007). These fragments are the only remaining areas of rainforest in this region of the State, therefore, their conservation is paramount.

For the Atzalan municipality, floristic studies and particularly studies of plant resources are scarce, highlighting the need for research to offer alternatives of use and management of plant resources and also to contribute to the knowledge, conservation

and sustainable use of tropical rainforests. This is the first study that analyses the current and the potential use of plant species present in the fragments of rainforest and secondary vegetation in the central region of the State of Veracruz, Mexico. The aims of this study were: (1) to document people's knowledge, use and management of local plant resources, and (2) to identify plant species with biological and commercial potential features for their use, to add value to the rainforest fragments in order to counter the threat from destructive land uses such as logging and cattle ranching in Veracruz, Mexico.

METHODS

Study site

The only rainforest fragments recorded in the central region of the State of Veracruz are located in the municipality of Atzalan, at the "Sierra de Chiconquiaco" (Mountain Range at 19°53'20" N, 97°03'08" W and 19°52'20" N, 97°02'15" W), where the altitude ranges from 56 to 1799 m (Fig. 1). Atzalan has several types of vegetation ecosystems, among the most notable is the tropical rainforest, however, it has been highly perturbed by human activities and it heavily endangered.

This study was carried out in two rainforest fragments (35 ha and 15 ha) separated by the San Pedro River and surrounded by pastures, secondary vegetation and crops. The fragments are located between 600 and 800 m of altitude, among "San Pedro Altepepan", "La Vega del Río San Pedro" and "El Quimite" villages.

Description of the localities

La Vega del Río San Pedro is located at 19°52'31" N and 97°03'20" W, and at an altitude of 630 m. Its population is 216 (96 women and 120 men), all are native residents from the region. The land is privately owned. San Pedro Altepepan is located at 19°53'44" N and 97°02'15" W, and at an altitude of 764 m. Its population is 312 inhabitants (146 women and 166 men). El Quimite is nearby, at 19°52'55" N and 97°02'00" W, at 876 m. Its population is 335 inhabitants (157 women and 178 men).

The land in the last two villages functions under the *ejido* system (communal land under the perpetual stewardship of rural people for agricultural activities). Eighty and sixty percent of the inhabitants are originally from San Pedro and El Quimite, respectively, while the others come from other communities.

In La Vega there are no public health services, so the inhabitants use traditional medicine to treat and cure illnesses. Another characteristic of this village is that the road to the nearest urban zone is in poor conditions, making access difficult.

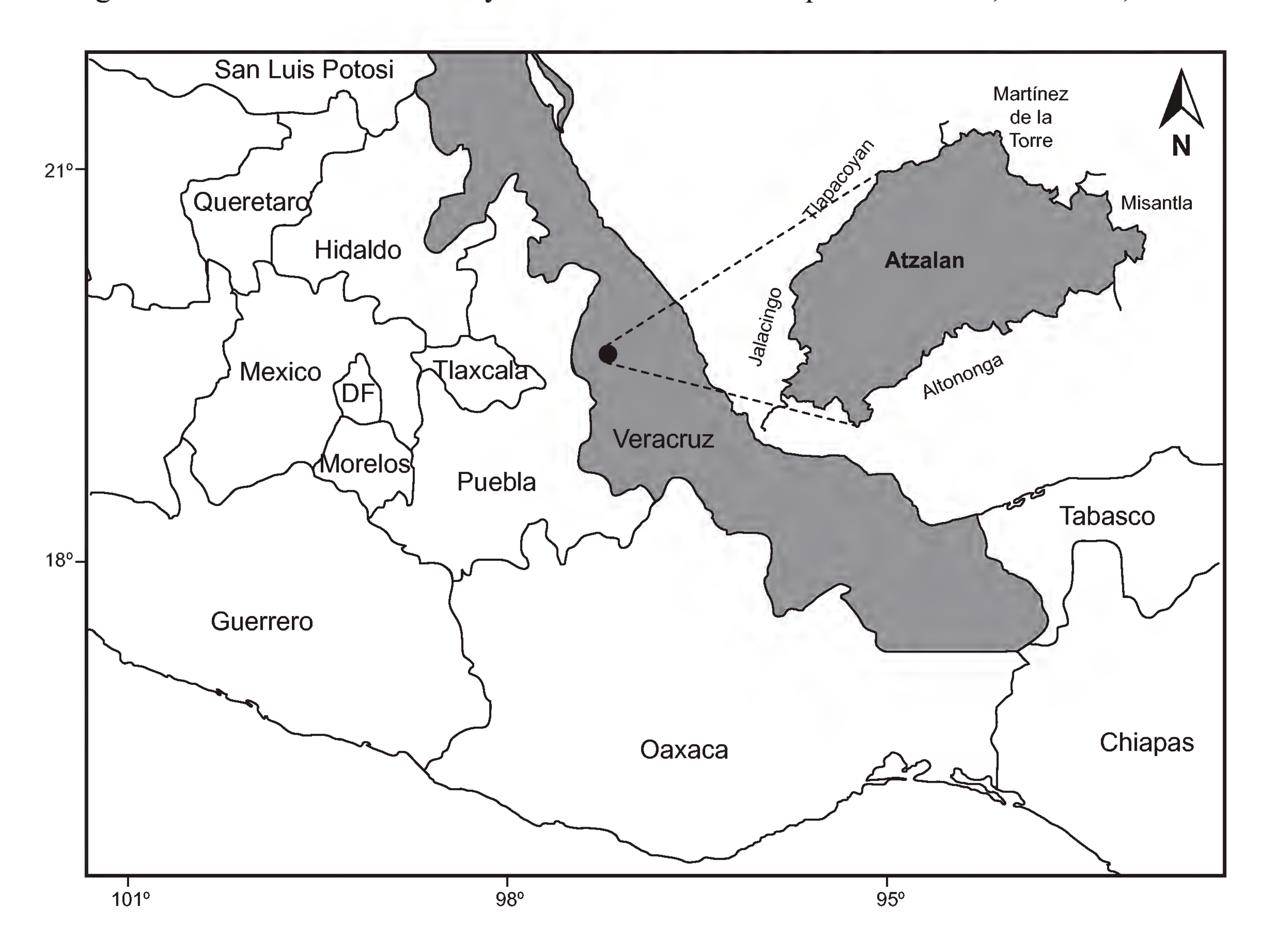


Fig. 1. Location of the municipality of Atzalan in the central region of the state of Veracruz, Mexico.

More than 90% of the homes are built of wood and there is no municipal wastewater drainage or drinking water services. The situation is different in San Pedro and El Quimite where there are health clinics and a greater dependence on allopathic medicine. Thus, the knowledge of traditional concepts and practices has changed, as modern medicine offers a greater number of treatments for illnesses. In many cases, traditional medicine has been almost completely replaced by allopathic medicine. Additionally, the road between these two villages and the nearest urban centers is better than that of La Vega, resulting in more road traffic.

Agriculture is the main economic activity in these localities. Corn, beans and coffee are the main crops, followed by bananas. Although most of the crops are for self-consumption, part of the production is sold commercially. It is notable that 90% of the people interviewed depend entirely on their farm and farm products for their survival. However, considering the limited opportunities for making a living in the

countryside, many of the inhabitants migrate, which results in a loss of interest and knowledge regarding plant resources.

Plant species inventory

The sampling area was determined by using maps, aerial orthophotos and field surveys to identify the location of tropical rainforest fragments and the surrounding secondary vegetation areas. We selected the only two fragments of tropical rainforest with no apparent human disturbance, along with three patches of secondary vegetation at different stages of regeneration (3, 8 and 15 years after abandonment according to the local people and vegetation composition) in order to evaluate vegetation use by the local inhabitants at its different stages. After this, we contacted the municipal authorities and community inhabitants to obtain permission to carry out the project. The sampling method by plot was used to assess the flora (Castillo-Campos et al., 2008). Twelve 100 m^2 (10 × 10 m) plots were set up in each forest fragment and regeneration stages of secondary vegetation to inventory the trees and shrubs. Within each plot, three 4 m^2 (2 × 2 m) plots were randomly placed for sampling the herbaceous plants. In the 8-year-old patch of secondary vegetation, there were only eight plots due to its small size. The total area sampled was 5600 m^2. To determine the proportion of inventoried species richness according to sampling effort, we used the following equation of the Clench model (Guevara and Dirzo, 1998): $tq = q/(b(1 - q))$, where: q = Sn/(a/b) (a = growth rate of new species; b = parameter related to the shape of the curve; Sn = probability of finding a species). b = parameter related to the shape of the curve (Jiménez-Valverde and Hortal, 2003). Considering that the calculation of the inventoried portion of the total of the species in one zone must be greater than 70%, a proportion of 80% was considered for this study ($tq = 0.8$).

Each plant species within the plots was identified and its canopy cover was recorded. Plant canopy was measured using the cover-abundance scale of Braun-Blanquet modified by van der Maarel (1979) that includes the following categories according to the percentage of coverage: 1 (1-3 individuals and less than 5% coverage), 2 (4-10 individuals and less than 5%), 3 (more than 10 individuals and less than 5%), 4 (less than 5% and not abundant), 5 (5-12.5%), 6 (12.6-25%), 7 (25.1-50%), 8 (50.1-75%), 9 (75.1-100 %). One individual from each species was sampled as voucher specimen. Vouchers are deposited at the herbarium XAL of the Instituto de Ecología A. C.

Ethnobotanical analysis

To understand the socio-economic background of informants and to identify the value and management of the rainforest from the perspective of the local popula-

tion, as well as the current and potential use of the floristic resources, we completed 10 semi-structured interviews in each village, 30 in total. The interviews consisted of 38 questions and were focused on socio-demographic information, conservation and tropical forest values (esthetic, economical and environmental), knowledge and management of plant resources. Respondents were 15 men and 15 women, ranging from 32 to 90 years old. The interviewees living close to the rainforest fragments are mainly farmers and were referred to us by the local authorities as land owners. The sample is non-statistical. However, the number of interviews was set up by using Bertaux's (1993) sample saturation criterion (i.e., when people do not provide new data and the information is repeated, it is considered that sufficient and representative data have been collected). The data obtained were subjected to a qualitative analysis to determine patterns of plant use and general points of view on this matter. Additionally, contingency tables (χ^2 test) were carried out to identify differences in knowledge of useful flora and the use of flora among villages, men and women and the age of the interviewees. In the last case, the participants were divided according to age into the following groups: 31-50, 51-70 and 71-100 years. Furthermore, Spearman's rank correlation test was used to assess the correlation between age groups and their knowledge of plants.

Moreover, to analyze the use of the flora, the "Use Value" (UV) was calculated, using the method of summary of uses (Sánchez et al., 2001), where each category of use is assigned a value of one (1). So, the UV for a species is the number of uses and categories mentioned by the people. We defined thirteen categories of use: condiment, construction, food, forage, fuel, handicrafts, medicinal, ornamental, production, ritual, timber, tool making and others.

In order to evaluate the relationship between the UV of the species and their ecological importance, we calculated an index of adjusted ecological importance value (AEIV), using the importance value index suggested by Lamprecht (1990) and modified for the purposes of this study. The AEIV is the sum of the relative frequency values (number of plots in which a species is recorded / the sum of all frequencies × 100) and cover (the sum of all the cover values for a species / the sum of the cover values for all species × 100). The data collected were analyzed with Kendall's correlation ($P < 0.05$) using the program R 2.6.1.

Potentially useful flora

Potentially useful species are those plants which by their morphological characteristics (e. g. flower color, height, shape, fruits, etc.) might be useful in the diverse activities carried out by people and that have not yet been discovered by the local

population. Other potentially useful plants include those species which current or potential use has been reported in the literature, but which have not been documented as such locally.

To identify potential flora, a thorough literature search was performed, focusing on the uses recorded for the species in our inventory. These species and their uses were checked against those mentioned by the interviewees to avoid duplicating entries. For some of the species included in the list of useful local plants, the uses mentioned in the literature were different from those mentioned by the local inhabitants; these were considered potentially useful and they were included in the final list of useful species.

From the species in the inventory which were missing any record of their use either in the literature or by the local population, species with potential as ornamental, live fences and shade plants were selected. These categories were chosen based on the opinion of respondents, appealing economical attraction for them, as well as visual aspects and plant morphology. The potential ornamental value was determined based on an analysis of the morphological and anatomical description of each plant, using the parameters proposed by Leszczyñska-Borys (1990): shape and structure (architecture) of the entire plant, foliage, flowers and fruit. To identify the species with potential as living fences or shade plants, the criteria used were: woody, mainly trees with structures that favor the presence of wildlife (i.e., fruit, flowers, etc.), not toxic to livestock, as well as their growth and stem regeneration.

RESULTS AND DISCUSSION

Plant species inventory

We recorded 338 species belonging to 210 genera and 89 families over a total sampling area of 0.56 ha (Table 1). Of this number, 117 species were exclusive of the rainforest, 109 of the secondary vegetation areas, and the remaining 112 occur in both plant communities.

The tropical rainforest is home to the largest number of species, genera and families. For this type of vegetation 85% of the flora ($tq = 0.85$) was inventoried according to the equation of species proportion. For the secondary vegetation areas, a total of the 90% ($tq = 0.9$) of the plant species was inventoried in the three states of regeneration of the vegetation.

The total number of species recorded is higher, compared to that reported for the Lacandona region by Levy et al. (2000). These authors recorded a total of 757

Table 1. Plant species richness by plant community

	Area sampled	No. of families	No. of genera	No. of species
Tropical rainforest	2400 m^2	77	145	219
Secondary vegetation	3200 m^2	65	136	188
15 years old	1200 m^2	46	77	112
8 years old	800 m^2	45	78	89
3 years old	1200 m^2	32	57	67
Total	5600 m^2	89	210	338

species in 5.7 ha (144 plots, each 400 m^2) regarding tropical rainforest and secondary vegetation areas at different stages of regeneration and using a similar methodology. On a smaller area, in this study, we recorded a 40% of the flora reported for the Lacandona region by Levy et al. (2000). This does not only shows the high plant species richness that is still found in the fragments of the Atzalan rainforest (Table 1), but also in the secondary vegetation –at least under the prevailing conditions in this region– and their potential for the conservation of tropical plant diversity.

Ethnobotanical analysis

Local use of the flora. A total of 160 useful plants, known locally, were recorded. These represent 47% of the flora inventoried, belonging to 123 genera and 67 families, and emphasizing the family Piperaceae as the most dominant one. According to Gómez-Pompa (1966) and Scott et al. (2008), some species of this family are commonly used as ornamentals plants (mainly *Peperomia*), they are also used in traditional medicine, and as condiments (e.g., several species of *Piper*, with *P. auritum* as the most common). Four hundred and twenty two different uses in total were identified and grouped into 13 different categories (Table 2). The medicine category had the highest number of species and uses. Many of these species may potentially be incorporated in pharmaceutical industry (Balick and Mendelsohn, 1992). So, these species may represent a new source of income, compatible with the rainforest conservation.

Regarding the origin of products, the rainforest is the main provider of wood (16%), food (14%), fuel and construction material (13%). Secondary vegetation areas mainly provide medicinal products (28%) and forage (8%). The timber species used for food and fuel are found in both environments (Table 2).

Twelve species had a high use value (UV = 4 and 5) and these were found in both, the rainforest and the secondary vegetation. The species with high use values

Table 2. Number of uses and species per category and percentage of useful species per plant community. SV (percentage of useful species unique for secondary vegetation); TRF (percentage of useful species unique for tropical rainforest); SV/TRF (percentage of useful species found in both communities).

Category	No. of species	No. of uses	SV	TRF	SV/TRF
Timber	30	45	13%	16%	19%
Food	31	49	11%	14%	18%
Condiments	4	4	3%	0	1%
Ornamental	4	7	3%	3%	1%
Medicinal	52	175	28%	17%	19%
Work instrument	8	9	1%	8%	3%
Handicrafts	1	3	1%	0	1%
Fuel	25	35	10%	13%	15%
Construction	21	46	10%	13%	9%
Ritual	1	1	0	0	1%
Production	2	3	2%	0	1%
Forage	7	13	8%	2%	1%
Other	14	33	10%	14%	11%
Total	200	422	100%	100%	100%

are mainly used as timber and fuel, while those with a lower UV are mostly used as medicinal or food.

Ten species scored high (i.e. > 3) using the index of adjusted ecological importance value (AEIV), and, from these, *Heliconia wagneriana*, *Calatola mollis* and *Syngonium podophyllum* had values greater than 5 (Fig. 2). These three species are widely spread, the first one, in secondary vegetation areas, the second in rainforest fragments, whereas *S. podophyllum* occurs in both plant communities. However, only *H. wagneriana* was recorded for local use, with a low score use value (UV = 1). Finally, the most used species are not necessarily those with the greatest ecological importance. Kendall's rank analysis indicated that there was no correlation between the AEIV and UV of species ($z = 1.68$, $P = 0.09154$).

Galeano (2000) and Marín-Corba et al. (2005) state that the UV can reflect a greater number of records by the interviewees than the true use value of a species. Thus the UV would be measuring multi-use species more than their true value to the community. This represents a bias, as it occurs with the medicinal or the timber species which although there are only a few of them and they have a low use value

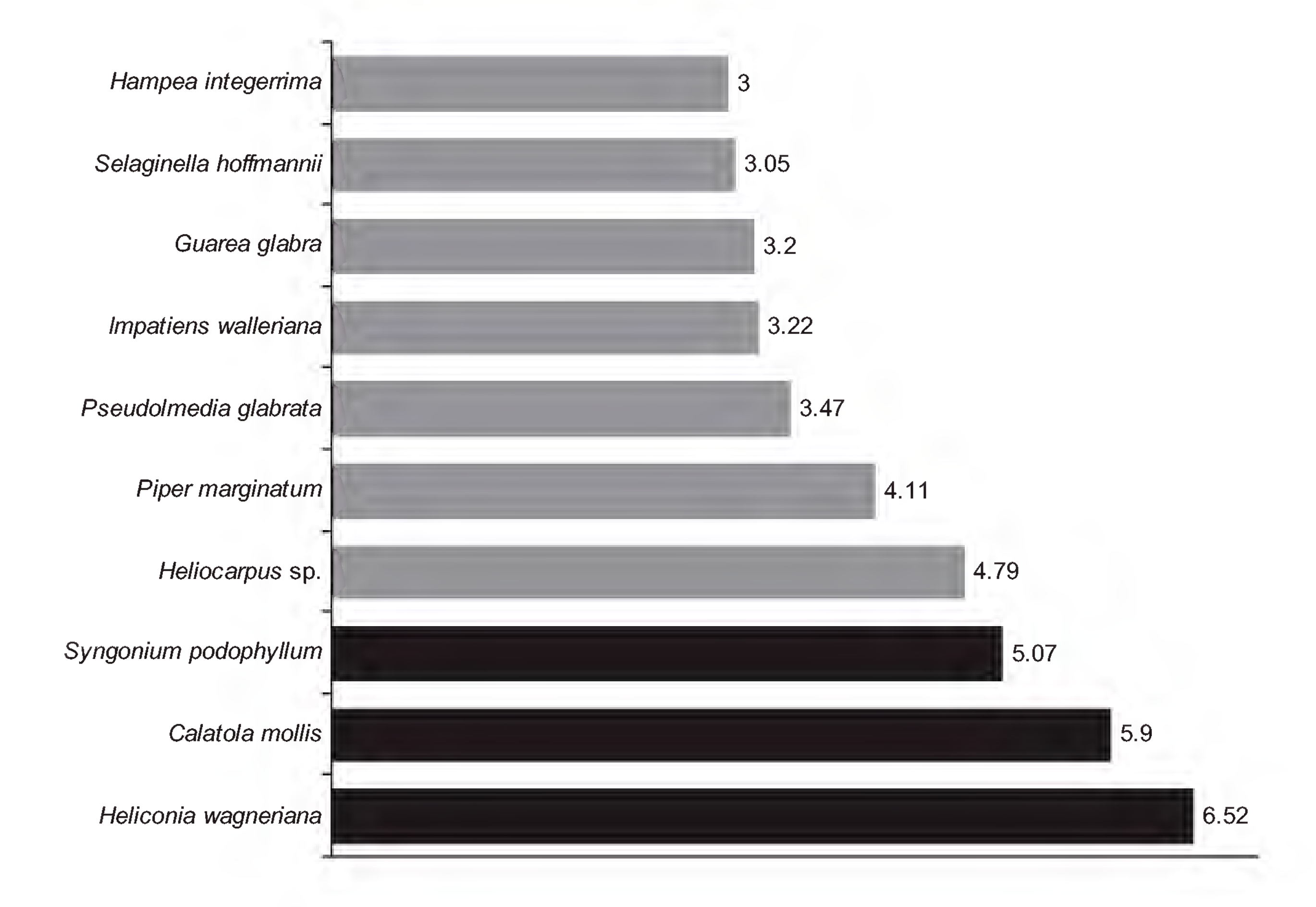


Fig. 2. Comparison of index of adjusted ecological importance value (AEIV) for the species with the highest values. The three species with a AEIV > 5 are shaded in black.

(1), they are very important to the local population owing to their specific use. In this context, it is possible to distinguish the following terms:

a) Degree of usefulness of one species or species multi-use, this is the number of uses of a species regardless of their quality or importance to people, which would actually measure the use value. For example: *Magnolia mexicana* (UV = 4)*,* which is used not only as timber, but also as food, medicine and as a condiment.
b) Importance of the species or use value. This is the real value of a species, because although a species might have a single use, it is of paramount importance for the local population. This applies to *Oecopetalum mexicanum*, which even though its UV is low (1), it has a great importance in the families' diet.
c) Species use. Examples are many of the timber species, which in spite of their poor quality and the low durability are still used because of their availability and abundance, given the scarcity of higher quality species which could be used instead.

The first two terms are not determined by the abundance, frequency or availability of the species, but by the quality of the product and, where applicable, the number of uses and products that can be obtained from them. Particularly, the adoption of the term of importance of the species allows us to consider multiple uses, quality and the actual transcendence of species in people's subsistence.

As for life forms, the trees and herbaceous are the most used plants at 35% each. In the rainforest, useful tree species are as numerous as the herbaceous ones, while in secondary vegetation areas, the useful herbaceous are more numerous than useful trees. This is consistent with data reported by different studies about the plants in Mexico (Aguilar et al., 1994; Shackleton and Shackleton, 2004; Levy et al., 2006). This proportion may be a result of occurrence frequency of these biological forms in nature. Additionally, it is also likely that this outcome is related to the high number of species of the Fabaceae and Asteraceae families. According to Caballero et al. (1998) and more recently to Thomas et al. (2009), the useful species of these two families are probably more numerous than in any other botanical family.

Local knowledge of useful plants. From the 160 useful species identified, residents at La Vega use 100% of them, 98% of them in El Quimite, and 90% in San Pedro (no significant difference: $\chi^2 = 0.442$, 2 d.f., $P = 0.8017$). Overall, there was no significant difference between genders and their knowledge of the number of useful plants ($\chi^2 = 4.499$, 2 d.f., $P = 0.1054$). However, certain patterns were identified in La Vega as well as in El Quimite, where the men interviewed seemed to be more knowledgeable regarding the number and uses of plants than women. This is understandable if we consider that men know more about timber species, while women know more about medicinal plants. These differences have been partly explained as a consequence of the sexual division of labor in traditional societies (Müller-Schwarze, 2006). In this sense, Cadena Vargas et al. (2006) observed that a smaller number of species was reported by women than by men. In San Pedro, women had more knowledge of the useful species. This could be due to the constant male migration; according to *in situ* observation and interviewees, in San Pedro, there has been an increase in activities carried out by women in both, the field and also at home. Therefore, they have greater knowledge of local flora.

Moreover, it is important to notice that during the study, local people mentioned that the lack of access to secondary school, high school and college causes migration of young people, looking for opportunities of a better education, thus adopting the urban lifestyle and its practices. Alba (2004) states that those who go to work in the cities become more involved in the outside world and tend to give up

some of the customs of their home community and traditional production techniques when they join the transnational job market. Over time, these patterns make people replace their traditions, and consequently knowledge and local traditions are getting lost (Namo, 2003).

Regarding the effect of the age of the interviewees, there were no significant differences and correlation between the interviewee's age groups and their knowledge of the useful flora ($\chi^2 = 1.22$, 2 d.f., $P = 0.5429$; Spearman, $r = 0.024$, $P = 0.85$). However, and again, we identified that older inhabitants are much more familiar with a larger number of useful species than their younger counterparts. Of the 30 interviews, three people ranging between 71 to 100 years old mentioned 68 useful plants on average (±25.4), 13 people ranging 51 to 70 years old mentioned 54 species (±25.3) and 14 people ranging 31 to 50 years old mentioned 51 species (±20.9). These results match with those of Cadena Vargas et al. (2006) who found that the mean number of useful species known by age groups was greater among the older inhabitants. This confirms the assertion of Phillips and Gentry (1993) and Case et al. (2005), who mention that most of the traditional knowledge is based on older people's experience. However, in our study, the lack of differences among groups may indicate that age is not the only factor that affects knowledge of useful local flora. One possible explanation for this is that people not originally from the area are not as familiarized with the useful species as those who have lived there all their lives.

Given the results of our observations, it is possible to say that out of the three villages studied, La Vega has the most knowledgeable population in regards of the flora, its uses and values. One of the reasons supporting this assertion is that the limited communication between this and other villages has in a way, favored the population in preserving this knowledge. This supports the hypothesis of Levy et al. (1997) and Case et al. (2005) that local knowledge of botany increases with increasing geographic isolation, as does the preservation of traditional knowledge of botany. Thus, it is in the more isolated sites where the flora is used more frequently and intensively, as indicated by our results. Paradoxically, La Vega is the village most likely to lose its rainforest since 90% of the inhabitants think that it is necessary to cut down part of the rainforest to make way for orchards. This idea is a direct reflection of the precarious economic situation of this village. Although they recognize the importance of the rainforest, the economic pressure makes the deforestation necessary, in order for them to be able to plant and harvest crops, thus improving their economic situation. Ecological and social changes produced by economic and technological change have resulted in a profound transformation in the value assigned to plants (Case et al., 2005; Quinlan and Quinlan, 2007).

It is necessary to emphasize that we are in no way suggesting that rural communities should be deprived of education opportunities, or remain isolated from urban areas, but rather the opposite; we would like to see a different approach towards education, where local knowledge is valued and younger generations are encouraged to preserve it, as they also learn and apply scientific principles. This would contribute to the rational use of the environment and the continued stewardship of traditional knowledge and practices.

Potentially useful plants. From the literature, a total of 40 potentially useful species were identified. Added to the 160 locally used species, this gives a total of 200 species with at least one use recorded. These 200 species belong to 148 genera and 69 families (Appendix), which represent 59% of the flora we inventoried. The Piperaceae family was the best represented, with 13 species, followed by Asteraceae and Euphorbiaceae, with 11 and nine species respectively, and Fabaceae (six). The most frequent genera were *Piper* (eight species) and *Tillandsia* (five). Of the 200 useful species, 39 of them had potential uses not previously recorded in literature: 19 of them as ornamentals, 22 as living fences and nine for crop shade.

Of the 160 locally known useful species, 60% have other uses in addition to those mentioned by the interviewees, and these species were therefore considered potentially useful to the local population. There was no use associated with 38% of the inventoried flora in the literature or even by the interviewees. Of this subset of the flora, 18 species are potentially useful as ornamentals, living fences and shade plants. These plants belong to 13 genera and 10 families, of which the family Araceae had the most representatives.

The enormous ornamental potential of the flora recorded is noteworthy and, once its reproductive efficiency and propagation mechanisms are known, these species could be considered for domestication and introduction into the market for commercialization. Ibarra et al. (1997), Mejía and Espinosa et al. (2003), Ramírez (2005), Corona Nava-Esparza and Chimal (2006), Rendón (2007) and Munguia-Lino et al. (2010) present a clear case of the importance of phytogenetic resources in Mexico, and particularly of cultivated ornamentals, cultivated native species and those with potential for cultivation. Only in the Tuxtla region 12.4% of all flowering plant species are orchids, with a highly value in the market (Ibarra et al., 1997). Rzedowski (1995) states that Mexico produces around 40 ornamental species for which there is worldwide demand, and that 300 ornamental species are planted in public and family gardens, as well as along the streets of Mexico, although they do not appear in any horticultural catalog. There are an estimated 1,000 ornamental Mexican species being used and a further 1,000 with potential for use,

resulting in a total of 2,000 cultivated ornamental species (Rzedowski, 1995). Mexico, not surprisingly, is therefore characterized as a country that makes ample use of its ornamental resources. However, the national inventory has not yet been finished and the state of conservation of the flora has not yet been evaluated satisfactorily.

We recorded 27 species with the potential to be used as living fences. In the State of Veracruz, Avendaño and Acosta (2000) recorded 218 species of vascular plants with this use. Of these, 9% are introduced and 88% of them have other uses as well; the trees were the most used life form and the legumes the best represented family. Those species are also commonly used for other important purposes such as food, forage, medicine, ornamentation, construction, fuel and for beekeeping (Avendaño and Acosta, 2000; Pinto-Ruiz et al., 2010). In this study, several of the species proposed as living fences and crop shade are mainly used for timber and food. The incorporation of the potentially useful species of the rainforest into local productive systems is now crucial in order to ensure their use and conservation in the long term.

ACKNOWLEDGEMENTS

We extend our thanks to the people of San Pedro, La Vega and El Quimite for their collaboration and support during this project. We are grateful to Javier Laborde Dovalí for his comments on the manuscript, Roger Guevara Hernández for his assisted with the statistical analysis and Javier Barrientos Villalobos for support in image editing. Arturo Gómez Pompa sowed the first seed of this research.. We thank Lamberto Aragón Axomulco, Jesús Pale Pale and Julia Hernández Villa for helping with the field work. We extend our thanks to Kristyna Baloghova and Salvador Guerra to revise the English of the manuscript.

LITERATURE CITED

Alba, F. 2004. El Tratado de Libre Comercio, la migración y las políticas migratorias. In: Casares, R. and H. Sorbazo (eds.). Diez años del TLCAN en México, una perspectiva analítica. Fondo de Cultura Económica. Mexico, D.F., Mexico. pp. 215-242.

Aguilar, A., J. R. Camacho, S. Chino, P. Jacquez and M. E. López. 1994. Herbario medicinal del IMSS. Información etnobotánica. Instituto Mexicano del Seguro Social. Mexico, D.F., Mexico. 253 pp.

Anonymous, 2007. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://www.semarnat.gob.mx/Pages/Inicio.aspx

Avendaño, S. and I. Acosta. 2000. Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. Madera y Bosques 6: 55-71.

Balick, M. J. and R. Mendelsohn. 1992. Assessing the economic value of traditional medicines from tropical rain forest. Conserv. Biol. 6: 128-130

Bawa, K. S., W. J. Kress, M. N. Nadkarni and S. Lele. 2004. Beyond paradise-meeting the challenges in tropical biology in the 21st century. Biotropica 36: 437-446.

Bertaux, D. 1993. Los relatos de vida en el análisis social. In: Aceves Lozano, J. (ed.). Historial y fuente oral. Instituto de Investigaciones Dr. José Maria Mora-Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico, D.F., Mexico. pp. 136-148.

Burgos-Hernández, M. 2007. Comparación de la riqueza de especies de flora vascular en dos unidades del paisaje en el municipio de Atzalan, Veracruz. Thesis. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Mexico, D.F. Mexico. 44 pp.

Caballero, J., A. Casas, L. Cortes and C. Mapes. 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de las plantas en pueblos indígenas de México. Estudios Atacameños 16: 181-195.

Cadena Vargas, C., M. Díazgranados Cadelo, and H. Bernal Malagón. 2006. Plantas útiles para la elaboración de artesanías de la comunidad indígena monifue amena (Amazonas, Colombia). Universitas Scientiarum 12: 97-116.

Case, J. R., G. F. Paulli and D. D. Soejarto. 2005. Factors in maintaining indigenous knowledge among ethnic communities of Manus Island. Econ. Bot. 59: 356-365.

Castillo-Campos, G., G. Halffter and C. E. Moreno. 2008. Primary and secondary vegetation patches as contributors to floristic diversity in a tropical deciduous forest landscape. Biodivers. Conserv. 17: 1701-1714.

Corona Nava-Esparza, V. and H. A. Chimal. 2006. Plantas mexicanas con potencial ornamental. Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Biológicas de la Salud, Serie Académicos CBS 60. Mexico, D.F. Mexico. 626 pp.

Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. The New York Botanical Garden. New York, USA. 1968 pp.

Díaz-Gallegos, J. R., M. Jean-François and A. Velázquez. 2010. Trends of tropical deforestation in Southeast Mexico. Singap. J. Trop. Geo. 31: 180-196.

Delvaux, C., B. Sinsin, F. Darchambeau and P. Van Damme. 2009. Recovery from bark harvesting of 12 medicinal tree species in Benin, West Africa. J. App. Ecol. 46: 703-712.

Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari and I. Ramírez-Morillo. 2005. Bromeliaceae. Fascículo 136. In: Sosa, V. & A. Gómez-Pompa (eds.). Flora de Veracruz, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Mexico. pp. 307.

Espinosa, F. A., R. H. González and M. J. Mejía. 2003. La comercialización de plantas en peligro de extinción. In: Mejía M. J. and F. A. Espinosa (eds.). Plantas nativas de México con potencial ornamental. Universidad Autónoma de Chapingo. Estado de Mexico, Mexico. pp. 199-217.

Galeano, G. 2000. Forest use at the Pacific Coast of Choco, Colombia: a quantitative approach. Econ. Bot. 54: 358-376.

Gómez-Pompa, A. 1966. Estudios botánicos en la región Misantla, Veracruz. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Mexico, D.F., Mexico. 173 pp.

Guevara, R. and R. Dirzo. 1998. A rapid method for the assessment of the macromycota. The fungal community of an evergreen cloud forest as an example. Can. J. Bot. 76(4): 596-601.

Guevara, S. and A. Lira-Noriega. 2004. De los pastos de la selva a la selva de los pastos: la introducción de la ganadería en México. Pastos 34: 109-150.

Ibarra-Manríquez, G., M. Ricker, G. Angeles, S. Sinaca and M. A. Sinaca. 1997. Useful plants of the Los Tuxtlas rain forest (Veracruz, México): considerations of their market potential. Econ. Bot. 51: 362-376.

Jiménez-Valverde, A. and J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Rev. Ibé. Aracnol. 8:151-161.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Eschborn, GTZ. Rossdorf, Germany. 335 pp.

Leszczyñska-Borys, H. 1990. Introducción a la horticultura ornamental. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Escuela de Fitotecnia. Puebla, Mexico. 42 pp.

Levy, A., A. D. Brown, H. R. Grau and A. Grau. 1997. Local knowledge and the use of plants in rural communities in the montane forest of northwestern Argentina. Managing fragile ecosystems in the Andes. Mt. Res. Dev. 17: 263-271.

Levy, S. I., F. A. Durán and C. D. Sánchez. 2000. Contribución al conocimiento de la flora útil de la selva Lacandona. Conservación Internacional México A. C. Tuxtla Gutiérrez, Mexico. 32 pp.

Levy, S. I., J. R. Aguirre Rivera, J. D. García Pérez and M. M. Martínez Romero. 2006. Aspectos florísticos de Lacanhá Chansayab, Selva Lacandona, Chiapas. Act. Bot. Mex. 77: 69-98

Marín-Corba, C., D. Cárdenas-López and S. Suárez-Suárez. 2005. Utilidad del valor de uso en etnobotánica. Estudio en el Departamento de Putumayo (Colombia). Caldasia 27(1): 89-101.

Mejía, M. J. and F. A. Espinosa. 2003. Plantas nativas de México con potencial ornamental. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Mexico. 217 pp.

Mickel, J. T. and A. R. Smith. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Memoirs of the New York Botanical Garden Press. Vol. 88. New York, U.S.A. 1054 pp.

Mirjam, A. F., Ros-Tonen and K. F. Wiersum. 2005. The scope for improving rural livelihoods through non-timber forest products: an evolving research agenda. Forests, Trees and Livelihoods 15: 129-148.

Müller-Schwarze, N. K. 2006. Knowledge and categorization as adaptations to life in Panama in the twenty-first century. Econ. Bot. 60: 321-334.

Munguía-Lino, G., L. M. Vázquez-García and J. A. López-Sandoval. 2010. Plantas silvestres ornamentales comercializadas en los mercados de la flor de Tenalcingo y Jamaica, México. Polibotánica 29: 281-308.

Namo, M. G. 2003. Nuevas propuestas para la gestión educativa. Modelo de gestión para la satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje. Dirección General de Materiales y Métodos Educativos de la Subsecretaria de Educación Básica y Normal. Secretaría de Educación Pública. Mexico, D.F. Mexico. 119 pp.

Phillips, O. and A. H. Gentry. 1993. The useful plants of Tambopata, Perú: I. Statistical hypothesis tests with a new quantitative technique. Econ. Bot. 47(19): 15-32.

Pinto-Ruiz, R., D. Hernández, H. Gómez, M.A. Cobos, R. Quiroga and D. Pezo 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: usos y características nutricionales. Universidad y Ciencia 26: 19-31.

Quinlan, M. B. and R. J. Quinlan. 2007. Modernization and medicinal plant knowledge in a Caribbean horticultural village. Med. Anthropol. Q. 21(2): 169-192.

Ramírez, H. S. G. 2005. Las Acanthaceae de Tabasco y su potencial como plantas ornamentales. Thesis. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, Mexico. 119 pp.

Rendón, A. 2007. Plantas con potencial uso ornamental del Estado de Morelos. Thesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Mexico, D.F., Mexico. 240 pp.

Rzedowski, J. 1995. Aspectos de las plantas ornamentales de México. Revista Chapingo. Serie Horticultura 1: 5-7.

Sánchez, M., A. Duque, P. Miraña, E. Miraña and J. Miraña. 2001. Valoración del uso no comercial del bosque. Métodos en etnobotánica cuantitativa. In: Duivenvoorden, J., H. Balslev, J. Cavelier, C. Grandez, H. Tuomisto and R. Valencia (eds.). Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonia noroccidental. Universiteit van Amsterdam. Amsterdam, The Netherlands. pp. 179-224.

Scott, I. M., H. R. Jensen, B. J .R. Philogène and J. T. Arnason. 2008. A review of *Piper* spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. Phytochem. Rev. 7: 65-75.

Shackleton, C. M. and S. E. Shackleton. 2004. The importance of non-timber forest products in rural livelihood security and as safety nets: a review of evidence from South Africa. S. Afr. J. Sci. 100: 658-664.

Sosa, V. and A. Gómez-Pompa (comps.). 1994. Lista Florística. Fascículo 82. In: Sosa, V. and A. Gómez-Pompa (eds.). Flora de Veracruz. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Mexico. pp. 245.

Steffan-Dewenter, M. Kessler, J. Barkmann, M. M. Bos, D. Buchori, S. Erasmi, H. Faust, G. Gerold, K. Glenk, S. R. Gradstein, E. Guhardja, M. Harteveld, D. Hertel, P. Ho, M. Kappas, S. K. Hler, C. L., M. Maertens, R. Marggraf, S. Migge-Kleian, J. Mogea, R. Pitopang, M. Schaefer, S. Schwarze, S. G. Sporn, A. Steingrebe, S. S. Tjitrosoedirdjo, S. Tjitrosoemito, A. Twele, R. Weber, L. Woltmann, M. Zeller and T. Tscharntke. 2007. Tradeoffs between income, biodiversity, and ecosystem functioning during tropical rainforest conversion and agroforestry intensification. PNAS 104: 4973-4978.

Thomas, E., I. Vandebroekb, S. Sancac and P. V. Dammea. 2009. Cultural significance of medicinal plant families and species among Quechua. J. Ethnopharmacol. 122: 60-67.

Ticktin, J. 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. J. Appl. Ecol. 41: 11-21.

van der Maarel, E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. Vegetatio 39: 97-114.

Recibido en agosto de 2013.

Aceptado en agosto de 2014.

APPENDIX

List of the useful flora and potentially useful flora of the tropical rainforest and secondary vegetation in the municipality of Atzalan, Veracruz

The Cronquist (1988) classification was followed for the floristic list. When this was not possible, we used the classification and species record in the "Flora de Veracruz" (Sosa and Gómez-Pompa, 1994), as well as the nomenclature used in the fascicles (v.gr., Espejo-Serna et al., 2005). For the Pteridophytes the nomenclature of Mickel and Smith (2004) was followed.

The order of the list is as follows: species; common name (only if applicable); life form; cultivation (only if applicable); uses; potentially useful (only if applicable). Life form: H (Herb), T (Tree), B (Shrub), C (Creeper), E (Epiphyte). CU (Cultivated). Uses: T (Timber), F (Food), C (Condiments), O (Ornamental), M (Medicinal), WI (Work instrument); HD (Handicrafts), FU (Fuel), CO (Construction), R (Ritual), P (Industry production), F (Forage), SP (Shade plant), LF (Living fence). PU (Potentially useful).

PTERIDOPHYTES (PTERIDOPHYTA)

Aspleniaceae
Asplenium africanum Desv.; pezma; H; M
Asplenium sp.; pezma; H; CO
Blechnaceae
Blechnum glandulosum Kaulf. ex Link; pezma; H; CO
Blechnum schiedeanum (Schltdl. ex C. Presl) Hieron.; pezma; H; CO
Woodwardia martinezii Maxon ex Weath.; pezma; H; CO
Cyatheaceae
Cyathea sp.; pezma, H, CO
Trichipteris schiedeana (C. Presl) R.M. Tryon; pezma; H; CO
Dryopteridaceae
Lastreopsis effusa (Sw.) Tindale; pezma; H; CO
Phanerophlebia sp.; pezmilla; H; CO
Marattiaceae
Marattia laxa Kunze; casco de burro; H; F, M
Pteridaceae
Adiantum braunii Mett. ex Kuhn; pezma; H; P
Hemionitis palmata L.; H; PU: O
Pteris grandifolia L.; H, PU: O
Pteris sp.; pezma; H; CO
Selaginellaceae
Selaginella hoffmannii Hieron.; doradilla; H; M; PU: O
Selaginella stellata Spring; doradilla; H; M; PU: O
Thelypteridaceae
Cyclosorus dentatus (Forssk.) Ching; pezma; H; CO
Thelypteris cf. *ovata* var. *lindheimeri* (C. Chr.) A.R. Sm.; pezma; H; CO
Thelypteris melanochlaena (C. Chr.) C.F. Reed; pezma; H; CO
Thelypteris mollis (Mett.) R.M. Tryon; pezma; H; CO

MONOCOTYLEDONS (LILIOPSIDA)

Araceae
Anthurium schlechtendalii Kunth; malaste; H; PU: O

Appendix. Continuation.

Arecaceae
Chamaedorea concolor Mart.; tepejilote; H; O
Chamaedorea elegans Mart.; tepejilote; H; O, F
Bromeliaceae
Catopsis sp.; maguey de árbol; C; O
Tillandsia concolor L.B. Sm.; zuchil; E; O
Tillandsia filifolia Schltdl. & Cham.; zuchil; H; O
Tillandsia flexuosa Sw.; zuchil; E; O
Tillandsia schiedeana Steud.; zuchitl chico; C; O
Tillandsia sp.; zuchitl grande; C; O
Commelinaceae
Commelina tuberosa L.; H; M, WI
Commelina diffusa Burm. f.; pashquelite; H; F
Gibasis schiedeana (Kunth) D.R. Hunt; matalin; E; M
Costaceae
Costus dirzoi García-Mend. & G. Ibarra-Manr.; caña de venado; H; M, F; PU: O
Costus pictus D. Don; caña de venado; H; M, F; PU: O
Costus pulverulentus C. Presl; caña de venado; H; M, F; PU: O
Cyperaceae
Cyperus andinus Palla ex Kük.; H; F, O
Fimbristylis dichotoma (L.) Vahl; H; O
Dioscoreaceae
Dioscorea convolvulacea Schltdl. & Cham.; papa cimarrona; C; F
Dioscorea mexicana Scheidw.; barbasco; C; P
Heliconiaceae
Heliconia wagneriana Petersen; papatla; H; F, O
Poaceae
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski; zacate; H; M, F
Ichnanthus nemorosus (Sw.) Döll.; zacate; H; FR
Lasiacis ligulata Hitchc. & Chase; zacatillo; H; FR
Paspalum sp.; zacate; H; FR
Smilacaceae
Smilax aristolochiifolia Mill.; tecoatan; C; M, CO
Smilax vanilliodora F.W. Apt.; alambrillo; C; M, F
Smilax sp.; chalcuahui; T; M
Zingiberaceae
Hedychium coronarium J. Koenig; papatilla; H; O
Renealmia mexicana Klotzsch ex Petersen; tapiton; C; F

DICOTYLEDONS (MAGNOLIOPHYTA)

Acanthaceae
Aphelandra scabra (Vahl) Sm.; C; LF
Justicia breviflora (Nees) Rusby; chinahuatillo; H; M
Actinidaceae
Saurauia scabrida Hemsl.; marangola; T; CO, F
Amaranthaceae
Amaranthus sp.; H; F, FU
Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd.; canilla de pollo; C; M
Anacardiaceae
Astronium graveolens Jacq.; chaca; T; M, FU, HD; PU: SP
Mangifera indica L.; mango; T; CU; F, M, O, SP
Toxicodendron radicans (L.) Kuntze; T; M
Spondias mombin L.; jobo; T; M, F, CO, T, WI, FU; PU: O
Annonaceae
Anaxagorea guatemalensis Standl.; platanillo; T; CO; PU: LF
Annona glabra L.; tentepo; B; F, M; PU: PS
Annona reticulata L.; anona; B; F, FU; PU: O
Cymbopetalum baillonii R.E. Fr.; platanillo; T; PU: O
Desmopsis trunciflora (Schltdl. & Cham.) G.E. Schatz.; huevillo de burro; B; M, FU, F; PU: O
Apocynaceae
Aclepias curassavica L.; H; M, WI
Stemmadenia litoralis (Kunth) L. Allorge; huevo de gato; T; M
Tabernaemontana alba Mill.; B; O

Appendix. Continuation.

Philodendron hederaceum (Jacq.) Schott; H, malaste, papelillo; C; PU: O
Philodendron inaequilaterum Liebm.; papelillo; H; PU: O
Philodendron radiatum Schott; papelillo; C; F; PU: O
Philodendron sagittifolium Liebm.; papelillo; C; F; PU: O
Syngonium neglectum Schott; malaste; C; PU: O
Syngonium podophyllum Schott; malaste; H; O
Xanthosoma robustum Schott; mafafa; H; M, F, O
Araliaceae
Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.; zapatillo, tamalcahuite; T; M, T, WI, HD
Asteraceae
Ageratum houstonianum Mill.; hierba de agua; H; M, WI
Artemisia sp.; necachamba; H; M
Bidens pilosa L.; H; M, FU, WI
Critonia morifolia (Mill.) R. M. King & H. Rob.; tabaquillo; T; M
Koanophyllon albicaule var. *laxius* B.L. Rob.; H; M, WI
Melampodium americanum L.; acahual; B; FR
Melampodium longifolium Cerv. ex Cav.; hierba de cochino; H; FR
Mikania cordifolia (L. f.) Willd.; mozotillo; H; M
Mikania micrantha Kunth; C; M
Telanthophora arborescens (Steetz) H. Rob. & Brettell; tabaquillo; C; M
Vernonanthura patens (Kunth) H. Rob.; duraznillo; T; M, FU
Balsaminaceae
Impatiens walleriana Hook. f.; balsamina; H; O, FR
Begoniaceae
Begonia glabra Aubl.; H; PU: O
Begonia nelumbiifolia Schltdl. & Cham.; chocoyule de monte; H; PU: O
Cannabaceae
Trema micrantha (L.) Blume; mata caballo; T; PU: LF, SP
Caricaceae
Vasconcellea cauliflora (Jacq.) A. DC.; papayo; T; M; PU: O
Celastraceae
Rhacoma uragoga (Jacq.) Baill.; bejuco colorado; C; M
Chrysobalanaceae
Licania platypus (Hemsl.) Fritsch; T; T, F, WI; PU: LF
Clusiaceae
Rheedia edulis (Seem.) Planch. & Triana; manzanillo; T; FU, CO; PU: SP, LF
Convolvulaceae
Evolvulus prostratus B.L. Rob.; cola de pavo; C; O
Ipomoea alba L.; cola de rata; C; FR
Ipomoea sp.; cola de rata; C; FR
Cucurbitaceae
Hanburia mexicana Seem. EM.; chayomono; C; M, F
Ebenaceae
Diospyros nigra (J.F. Gmel.) Perr.; zapote negro; T; F, M, FU; PU: O, SP, LF
Euphorbiaceae
Acalypha sp.; escobilla; H; M
Alchornea latifolia Sw.; calabacillo; T; CO, WI, HD; PU: LF
Alchornea sp.; calabacillo; T; CO
Bernardia interrupta (Schltdl.) Müll. Arg.; mal hombre; B; M
Chamaesyce mesembryanthemifolia (Jacq.) Dugand; H; M, WI
Cnidoscolus multilobus (Pax) I.M. Johnst.; ortiga, mala mujer; B; M
Croton gossypiifolius Vahl; san gregado; B; CO, FU, M, SP; PU: LF
Jatropha curcas L.; H; M, O, SP
Sapium lateriflorum Hemsl.; chiclillo; T; FU
Fabaceae
Bauhinia sp.; casco de vaca, pata de vaca; B; M
Desmodium frutescens Schindl.; cacahuatillo; H; R, M, F

Appendix. Continuation.

Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.; T; M, T, F, FU, WI, HD; PU: SP, LF
Inga sp.; chalahuite; T; FU, F; PU: SP
Lysiloma auritum (Schltdl.) Benth.; guajillo; T; CO; PU: LF
Pithecellobium arboreum (L.) Urb.; frijolillo; T; SP, WI
Icacinaceae
Calatola mollis Standl.; calatola; T; PU: O, SP, LF
Oecopetalum mexicanum Greenm. & C.H. Thomps.; cachichin; T; F, CO; PU: O, SP, LF
Lamiaceae
Ocimum basilicum L.; H; M, C
Lauraceae
Beilschmiedia anay (S.F. Blake) Kosterm.; anayo, escalan; T; CO, F, SP, FU; PU: O, LF
Persea americana Mill.; aguacate; T; CU; F, M, CO, FU; PU: O, SP, LF
Persea schiedeana Nees; pahua; T; CU; F, M
Magnoliaceae
Magnolia mexicana DC.; yoloxochitl; T; SP, O, M, CO; PU; LF, SP
Malpighiaceae
Bunchosia lindeniana A. Juss.; hueso de tigre; CO, M; PU: LF, T; WI
Malvaceae
Anoda cristata (L.) Schltdl.; H; M, F, FU
Hampea integerrima Schltdl.; tecoliste; T; FU, M; PU: LF
Hampea nutricia Fryxell; tecoliste; T; FU, M; PU: LF
Heliocarpus appendiculatus Turcz.; T; M, T, F, FU, WI, HD, LF
Heliocarpus sp.; jonote; T; F, CO, M
Malvaviscus arboreus Cav.; marangola; T; M, O
Pavonia schiedeana Steud.; cadillo; H; M
Quararibea funebris (La Llave) Vischer; tamolote; T; CO
Sida acuta Burm. f.; escobilla; H; M
Triumfetta sp.; cadillo; A; M
Melastomataceae
Conostegia xalapensis (Bonpl.) D. Don ex DC.; H; F
Miconia appendiculata Triana; tezhuilla; T; FU, CO
Miconia sp.; tezhuilla; B; FU, CO
Miconia trinervia (Sw.) D. Don ex Loudon; tezhuilla, cordoncillo; T; FU, CO
Tibouchina sp.; chocoyule; C; F, CO, WI
Meliaceae
Guarea glabra Vahl; azote; T; WI, CO, FU; PU: LF
Guarea sp.; rama tinaja; T; SP
Melia azederach L.; piocho; T; R, SP, O, CO, FU
Moraceae
Chlorophora tinctoria (L.) Gaudich. ex Benth.; canelilla, moral; T; CO, FU, F, SP
Ficus calyculata Mill.; T; PU: SP, LF
Ficus lapathifolia (Liebm.) Miq.; higuera blanca; T; M, CO
Pseudolmedia glabrata (Liebm.) C.C. Berg; tepetomate; T; WI, CO, F, WI, FU; PU: LF
Trophis mexicana (Liebm.) Bureau; ramoncillo; B; M, F, FR, CO
Myrtaceae
Syzygium jambos (L.) Alston; guayaba rosa; H; F, FU
Nyctaginaceae
Mirabilis jalapa L.; B; M
Pisonia aculeata L.; B; M
Passifloraceae
Passiflora biflora Lam.; C; O
Passiflora filipes Benth.; H; O
Phyllanthaceae
Phyllanthus niruri var. *amarus* (Schumach. & Thonn.) Leandri; manzanillo; H; F
Picramniaceae
Picramnia antidesma Sw.; guayabillo; B; M
Piperaceae
Peperomia macrostachya (Vahl) A. Dietr.; aretillo; H; CO, FU
Peperomia obtusifolia (L.) A. Dietr.; H; O
Peperomia rotundifolia (L.) Kunth; C; O
Peperomia sp.; pezma; H; CO
Piper aduncum L.; cordoncillo negro; T; M
Piper aequale Vahl; cordoncillo; B; M
Piper amalago L.; ashte, cordoncillo blanco; T; M, R
Piper auritum Kunth; omequelite, acuyo; H; F, FR, M

Appendix. Continuation.

Piper dilatatum Rich.; B; M
Piper hispidum Sw.; cordoncillo; H; M
Piper marginatum Jacq.; coapezma; H; CO, M
Piper schiedeanum Steud.; hierba del pazmo; AR; M
Pothomorphe umbellata (L.) Miq.; hierba ceniza; H; R, M
Primulaceae
Ardisia compressa Kunth; B; M, F; PU: O
Ardisia pellucida Oerst.; capulincillo; T; F
Ardisia sp.; capulincillo; B; F
Ranunculaceae
Clematis dioica L.; barba de chivo; C; HD, O, M
Ranunculus petiolaris Kunth ex DC.; H; M
Rhamnaceae
Gouania lupuloides (L.) Urb.; H; M
Rosaceae
Rubus coriifolius Liebm.; zarzamora; B; P
Rubiaceae
Arachnothryx capitellata (Hemsl.) Borhidi; jarilla; T; M
Coffea arabica L.; café; B; CU; F, M, O, FU
Hamelia axillaris Sw.; palo de agua; T; O
Palicourea tetragona (Donn. Sm.) C.M. Taylor & Lorence; T; PU: O, LF, SP
Psychotria berteriana DC.; palo de agua; B; PU: O
Psychotria costivenia Griseb.; B; O
Psychotria limonensis K. Krause; T; PU: LF, SP
Psychotria sp.; capulin; T; M, F
Sommera arborescens Schltdl.; capulin negro; T; M, F
Spermacoce bahamensis (Britton) R.A. Howard; romerillo; B; WI
Rutaceae
Citrus maxima (Burm.) Merr.; naranjo cucho; T; CU; F, M, FU, SP
Zanthoxylum riedelianum subsp. *kellermanii* (P. Wilson) Reynel; pisijia; B; FU, M, CO
Salicaceae
Casearia nitida (L.) Jacq.; plomillo; B; FU
Pleuranthodendron lindenii (Turcz.) Sleumer; maicillo; T; WI, FU, CO; PU: LF
Sapindaceae
Cardiospermum halicacabum L.; C; M
Cupania dentata DC.; guacamayo; T; M, CO, WI, FU; PU: LF, SP
Paullinia clavigera Schltdl.; C; M
Paullinia pinnata L.; chalaguitillo; C; M
Serjania racemosa Schumach.; nueve hojas; H; M
Serjania triquetra Radlk.; H; M
Scrophulariaceae
Buddleja americana L.; palo gusano; T; M, CO, FU
Siparunaceae
Siparuna thecaphora (Poepp. & Endl.) A. DC.; aguacatillo; T; FU, CO
Solanaceae
Cestrum glanduliferum Kerber ex Francey; huele de noche; T; M
Thymelaeaceae
Daphnopsis americana (Mill.) J.R. Johnst.; B; LF
Ulmaceae
Ulmus mexicana (Liebm.) Planch.; T; T, FU, O, SP
Urticaceae
Cecropia obtusifolia Bertol.; hormigo; T; M, FU
Urera simplex Wedd.; mal hombre; B; M
Vitaceae
Vitis bourgaeana Planch.; caquiste, parra; C; M, F
Vitis sp.; caquiste, parra; C; M, F



Acta Botanica Mexicana 109: 79-131 (2014)

SISTEMÁTICA DE *LONCHOCARPUS* SECCIÓN *PUNCTATI* (FABACEAE: MILLETTIEAE), BASADA EN DATOS MORFOLÓGICOS Y MOLECULARES, CON LA DESCRIPCIÓN DE NUEVE ESPECIES NUEVAS

Mario Sousa[1,2] Solange Sotuyo[1] y Euler Pedraza-Ortega[1]

[1]Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Apdo. postal 70-233, 04510 México, D.F., México.
[2]Autor para la correspondencia: sousa@unam.mx

RESUMEN

Se realizó un análisis filogenético de la sección *Punctati* (27 accesiones) de *Lonchocarpus* y géneros hermanos empleando caracteres moleculares y morfológicos. La sección *Punctati* es monofilética y consiste de tres clados correlacionados geográficamente (México, México-Sudamérica y las Antillas), dichos clados están caracterizados por diferentes tipos de plántulas. Se describen e ilustran nueve especies nuevas: *Lonchocarpus adamsii*, *L. antioquiensis*, *L. brachyanthus*, *L. crassicalyx*, *L. grandifoliolatus*, *L. gyroides*, *L. major*, *L. sumiderensis* y *L. tenorioi*, basándose principalmente en caracteres morfológicos incluyendo los de las plántulas.

Palabras clave: Fabaceae, filogenia, *Lonchocarpus*, Millettieae, Neotrópicos, sect. *Punctati*.

ABSTRACT

A phylogenetic study was carried out for the section *Punctati* of the genus *Lonchocarpus* and related genera, based on molecular and morphological data. The section *Punctati* is monophyletic and consists of three geographically correlated clades (Mexico, Mexico-South America and the West Indies), they are also characterized by different seedling types. Nine new species of *Lonchocarpus adamsii*, *L. antioquiensis*, *L. brachyanthus*, *L. crassicalyx*, *L. grandifoliolatus*, *L. gyroides*, *L. major*, *L. sumiderensis* and *L. tenorioi* are described and illustrated, based mainly on morphological evidence including that of the seedlings.

Key words: Fabaceae, *Lonchocarpus*, Millettiae, Neotropics, phylogeny, sect. *Punctati*.

INTRODUCCIÓN

Lonchocarpus Kunth (Fabaceae, Millettieae) es un género de arbustos y árboles que comprende alrededor de 180 especies neotropicales, excepto una, distribuida en la costa occidental de África. Su taxonomía es compleja debido al sobrelapamiento de caracteres morfológicos entre las especies. El género se encuentra subdividido en tres grupos morfológicos; el primero mexicano y mesoamericano que incluye las secciones *Densiflori*, *Obtusifolii*, así como *Eriophylli* y *Willardia*; el segundo representado por el complejo de *Lonchocarpus oaxacensis* Pittier (mexicano) y las secciones *Standleyi* (mexicana, mesoamericana y del norte de Sudamérica) y la sección *Lonchocarpus* (que se distribuye de México a Sudamérica y el Caribe, en donde predomina); y el tercero por la sección *Punctati*.

Existen escasos estudios filogenéticos en *Lonchocarpus* y grupos relacionados, en los cuales el género y sus secciones fueron representados por pocas especies (Lavin et al., 1998; Hu, 2000; Hu et al., 2002). El único intento que incluyó un mayor número de taxa fue el realizado por da Silva et al. (2012) que comprende 49-58 accesiones (dependiendo del marcador molecular).

Revisiones taxonómicas de *Lonchocarpus* a nivel infragenérico son necesarias para una mejor delimitación del género. El presente trabajo establece una hipótesis filogenética de las relaciones de la sección *Punctati* con otras secciones y grupos dentro de *Lonchocarpus* basándose en un espaciador de genes nucleares (ITS).

REVISIÓN SINÓPTICA DE LA SECCIÓN *PUNCTATI*

Se realizó el análisis de la morfología externa con base en ejemplares de herbario, así como de individuos vivos en el campo, en el invernadero y en el arboretum. Los elementos empleados en el estudio comprendieron estructuras de hojas, flores, frutos, semillas y plántulas. Se revisaron caracteres descritos por diversos autores, sobre todo los usados por Sousa y Soto (1987), Tozzi (1989) y Sousa (1992, 2009a, 2009b, 2009c, 2010, 2011a, 2011b) y los correspondientes a las nuevas especies descritas en el presente artículo. En particular se sometieron al análisis los rasgos morfológicos utilizados por Sousa (1992, 2005, 2009a, 2009b, 2009c, 2010,

2011a, 2011b), así como por Sousa y Sotuyo (2012) para la definición de grupos informales y secciones propuestas o reconocidas.

Bentham (1860) propone la serie *Punctati* (categoría que estaba en un rango invertido y que fue corregida por von Taubert (1894) a sección) con cuatro especies: *Lonchocarpus confertiflorus* Benth., *L. araripensis* Benth., *L. subglaucescens* Mart. ex Benth. y *L. violaceus* (Jacq.) A. DC. De las cuatro, las primeras tres se ubican en la actualidad en el género *Dahlstedtia* (da Silva et al., 2012). Así, solo consideramos a *L. punctatus* Kunth, ubicado erróneamente por Bentham (1860), como sinónimo de *L. violaceus* (Jacq.) A. DC. Este último nombre tiene como basionimo a *Robinia violacea* Jacq. (1760), que se basa a su vez en un polinomio de Plumier (1703). Sin embargo, tal binomio original procede excluirse debido a lo incompleto de la diagnosis y lo esquemático del dibujo correspondiente. Así, siguiendo la última edición del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (el de Melbourne), Art. 22.6 (Greuter y Rankin, 2012), el cual indica: "El tipo del nombre de una subdivisión (sección) a un género, cuyo epíteto es idéntico al epíteto en el nombre de una de sus especies originales (*Lonchocarpus punctatus*, como sinónimo) o derivado de él, coincide con el tipo de este último nombre, a menos que el autor (Bentham) creador del nombre de rango superior hubiera designado otro tipo" (lo que Bentham no hizo), *L. punctatus* es automáticamente la especie tipo de la sección.

En el siguiente siglo, Pittier (1917) propone siete especies para la sect. *Punctati*: *L. longipedicellatus* Pittier, *L. michelianus* Pittier, *L. longistylus* Pittier, *L. chiricanus* Pittier, *L. punctatus* Kunth, *L. benthamianus* Pittier y *L. proteranthus* Pittier. De ellas, las primeras seis corresponden a la sección y la última no, pues su relación es más cercana a *L. guatemalensis* Benth. Por otro lado, en la revisión del género *Lonchocarpus* de Pittier se incluyen a dos especies de la sect. *Punctati*, pero ubicadas por él en otros sitios: *L. peninsularis* (Donn. Sm.) Pittier, (considerada aquí como sinónimo de *L. acuminatus* (Schltdl.) M. Sousa), y *L. caudatus* Pittier. En el caso de *L. nicoyensis* (Donn. Sm.) Pittier, tratada por Sousa (1986) como sinónimo de *L. peninsularis*, solo conocemos material en fruto, aunque basado en datos moleculares queda mejor definida su afinidad.

La sección *Punctati* está conformada por alrededor de 29 especies, de las cuales Sousa (2009) estudió las 12 mesoamericanas, incluyendo cinco nuevas para la ciencia.

Lonchocarpus sect. **Punctati** Taub., Nat., Pflanzenfamilien 3(3): 344. 1894. Tipo: *Lonchocarpus punctatus* Kunth, Nov. Gen. Sp. (folio ed.) 6: 300. 1823 (1824); (quarto ed.) 6: 384. 1823 (1824).

Cyanobotrys mexicana Zuccarini, p.p., Abh. Math.-Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Wiss. 4(2): 30. 1845. Tipo: México, *W.F. Karwinsky 175* (M!), (lectotipo designado por Sousa, 2009a). *Terua vallicola* Standl. et F.J. Herm., J. Wash. Acad. Sci. 39: 306. 1949. Tipo: Honduras. *L.O. Williams* y *A. Molina R. 11072* (holotipo, F!). *Lonchocarpus vallicola* (Standl. et F.J. Herm.) M. Sousa, Novon 19(2): 251. 2009.

La sect. *Punctati* se caracteriza por hojas con arreglo marcadamente dístico en el tallo; estípulas pequeñas, redondas a ligulares; hojas frecuentemente glabras, sobre todo en el haz, esparcidamente pelosas a glabras y papilosas en el envés, folíolos pelúcido punteados a lineolados; pedúnculos florales y pedicelos delgados y generalmente largos, bractéolas pequeñas, frecuentemente escariosas y distantes de la base del cáliz; botones florales elipsoidales o en ocasiones esféricos; cáliz trunco a casi trunco, generalmente pelúcido linear-punteado; corola frecuentemente pelúcido linear-punteada, el estandarte del lado abaxial 2-lobado y calloso en la base, en ocasiones esparcidamente canescente peloso en el centro y base. Mecanismo floral ligeramente explosivo. Legumbre indehiscente a dehiscente generalmente solo en el margen vexilar, aplanada, las valvas lisas a crestadas, margen vexilar en ocasiones angostamente marginado a alado. Plántulas con cotiledones epigeos o hipogeos; eófilos opuestos, 1 (3)-foliolados. Metabolitos secundarios (flavonoides) aislados de dos especies con estructura de estilbenos (Alavez-Solano, 2010).

Clave de las especies de la sect. *Punctati* en *Lonchocarpus*

1. Legumbres dehiscentes.
    2. Flores blancas; legumbres cartáceas, las valvas giran 90° sin enrollarse, quedando las valvas horizontales en un solo plano ... *L. gyroides* M. Sousa et R. Cruz
    2. Flores de otros colores; legumbres coriáceas a subleñosas, las valvas abren solo en el margen vexilar, sin girar 90°
        3. Legumbres coriáceas a subleñosas con constricciones bien marcadas y el margen vexilar engrosado
            4. Semillas no embebidas en un arilo esponjoso ... *L. antioquiensis* M. Sousa
            4. Semillas embebidas en un arilo esponjoso blanquecino
                5. Hojas 7-9-folioladas, folíolos ovados a elípticos, margen algo ondulado, ápice cortamente acuminado a obtuso; inflorescencias densifloras, áreas floríferas 6.5-8.5 cm de largo; flores 10-12 mm de largo .... *L. kerberi* Harms

5. Hojas 5-7-folioladas, folíolos elípticos a angostamente elípticos, margen pronunciadamente ondulado; inflorescencias paucifloras, áreas floríferas 3-6 (-7.5) mm de largo; flores (12-) 13-13.5 mm de largo .... *L. angusticarpus* M. Sousa

3. Legumbres cartáceas a coriáceas, sin constricciones o éstas poco profundas y el margen vexilar no engrosado a ligeramente engrosado

6. Ramas glabras desde la juventud; los márgenes de los folíolos revolutos, el ápice obtuso, redondeado a emarginado, con tintes anaranjados a rojizos; inflorescencias cortas, paucifloras; legumbre hasta 2.5 cm de ancho (en *L. tenorioi*, solo se conoce inmadura).

7. Nervaduras secundarias de los folíolos 10-12 pares; pedúnculos florales 8-12 mm de largo; estandarte ca. 12 mm ancho; ovario 4 (5)-ovulado; legumbre (dehiscencia no conocida) con el margen vexilar alado .... *L. tenorioi* M. Sousa

7. Nervaduras secundarias de los foliolos 6-8 pares; pedúnculos florales (2-) 3-7 mm de largo; estandarte 9-10.5 mm de ancho; ovario 8-9 ovulado; legumbre dehiscente, sin ala en el margen vexilar .... *L. vallicola* (Standl. et F.J. Herm.) M. Sousa

6. Ramas algo pelosas cuando jóvenes; los márgenes de los folíolos aplanados, el ápice acuminado a caudado, sin tintes anaranjados o rojizos; inflorescencias alargadas, multifloras; legumbres hasta 3.5 cm de ancho, tardíamente dehiscentes .... *L.caudatus* Pittier

1. Legumbres indehiscentes

8. Hojas en brotes largos y cortos, en los largos con disposición dística y en los cortos helicoidal; lámina del estandarte con 2 pliegues callosos paralelos y verticales, los cuales se resuelven en la uña

9. Folíolos con las nervaduras hundidas en el haz; lámina del estandarte con aurículas pequeñas; cáliz dentado, triangular, agudo, hasta 1 mm de largo .... *L. longipes* Urb.

9. Folíolos con las nervaduras no hundidas en el haz; lámina del estandarte sin aurículas; cáliz casi trunco a truncado

10. Folíolos 9-12 cm de largo, 4.1-5.3 cm de ancho, el ápice cuspidado a caudado; inflorescencias hasta 9 cm de largo; ovario 2-ovulado .... *L. adamsii* M. Sousa

10. Folíolos 3.5-8 cm de largo, 2.2-3.6 (-4.1) cm de ancho, el ápice obtuso a brevemente acuminado; inflorescencias hasta 4 cm de largo; ovario 8-9 ovulado .... *L. glaucifolius* Urb.

8. Hojas solo producidas en brotes largos, generalmente sin formar brotes cortos y si éstos ocurren, siempre con disposición dística; lámina del estandarte con 2 callos basales horizontales
   11. Botones florales esféricos; pétalos engrosados; plántulas con los cotiledones hipogeos, con los eófilos 1-foliolados .... *L. acuminatus* (Schltdl.) M. Sousa
   11. Botones florales elipsoidales; pétalos delgados; plántulas con los cotiledones epigeos, en ocasiones hipogeos, pero los eófilos 3-foliolados
      12. Legumbres con los márgenes aquillados; semillas embebidas en resina del endocarpo; plántulas con los cotiledones hipogeos y con los eófilos 3-foliolados
         13. Valvas del fruto con crestas o costillas longitudinales poco marcadas a pronunciadamente marcadas
            14. Valvas del fruto con notorias crestas leñosas a la altura de las semillas; semillas ca. 12 mm largo, ca. 6.2 mm ancho, ca. 5.1 mm de grosor .... *L. cristatus* M. Sousa
            14. Valvas del fruto sin crestas, pero con costillas longitudinales; semillas de mayor tamaño
               15. Inflorescencias (1.5-) 4.5-7.5 cm de largo; flores 18-21 mm de largo; legumbre 5-6.5 cm de largo, (1.5) 2.1-2.8 cm de ancho, coriácea .... *L. crassicalyx* M. Sousa
               15. Inflorescencias 8-17 cm de largo; flores (10-) 12-13 mm de largo; legumbre 7-14 cm de largo, 3.5-5.5 cm de ancho, leñosa .... *L. longipedicellatus* Pittier
         13. Valvas del fruto lisas, sin crestas ni costillas
            16. Valvas del fruto granulosas, no resinosas ...... *L. cochleatus* Pittier
            16. Valvas del fruto lisas, resinosas
               17. Árboles 8-22 m de alto; inflorescencias hasta (19-24) cm de largo; frutos 5-5.5 cm de ancho, subleñosos a leñosos; semillas abultadas, orbiculares, ca. 27 mm de largo, ca. 17 mm de ancho, ca. 8 mm de grosor, cubiertas con resina del endocarpo .... *L. chiricanus* Pittier
               17. Arbustos a árboles de 3-12 m de alto; inflorescencias (6-16) cm de largo; frutos (2.9) 3.7-4.5 cm de ancho, coriáceos; semillas hasta 21 mm de largo, hasta 10.4 mm de ancho y hasta 6.5 mm de grosor
                  18. Pedicelos 4-6 mm de largo; flores 16-25 mm de largo; estandarte 19-22 mm de ancho; ovario 6-8-ovulado;

semillas, algo abultadas, ca. de 21 mm de largo, ca. 10.14 mm de ancho y ca. 6.5 mm de grosor ... *L. major* M. Sousa

18. Pedicelos ca. 2.5 mm de largo; flores 11.5-12 (-14) mm de largo; estandarte 12-13 mm de ancho; ovario 3-5-ovulado; semillas 18 mm de largo, ca 9.8 mm de ancho, ca. 2.5 mm de grosor, aplanadas .... *L. brachyanthus* M. Sousa

12. Legumbres con el margen vexilar marcadamente maginado, en ocasiones angostamente alado a alado, o ensanchado a todo lo largo; semillas no embebidas en resina del endocarpo; plántulas con los cotiledones epigeos y los eófilos 1-foliolados

19. Bractéolas opuestas, cercanas al cáliz, en el ápice de los pedicelos, ovadas a ligeramente oblongas

20. Hojas 5-folioladas; inflorescencias 2-3 cm de largo; pedicelos 2-3 mm de largo (no se alargan en la fructificación); flores ca. 10 mm de largo; semillas 13-14 mm de largo, ca. 9 mm de ancho .... *L. monticola* M. Sousa

20. Hojas 7-9-folioladas; inflorescencias 5.5-11 (-14) cm de largo; pedicelos 5-7 mm de largo (se alargan en la fructificación a 9-10 mm); flores (9-10-) 13-16 mm de largo; semillas 14.5-15.1 mm de largo, 8.5-8.7 mm de ancho .... *L. michelianus* Pittier

19. Bractéolas generalmente alternas, alejadas de la base del cáliz, sobre los pedicelos, frecuentemente escariosas

21. Folíolos glabros en el haz y en el envés, en ocasiones glabrescentes en el envés

22. Estilo con pelosidad canescente (tricomas colectores de polen) .... L. *benthamianus* Pittier

22. Estilo glabro

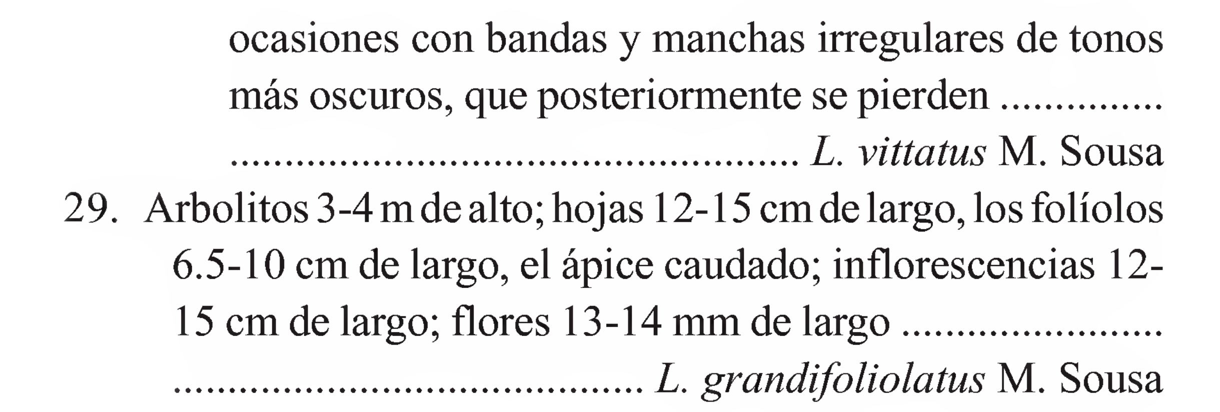
23. Hojas hasta 9-folioladas .... *L. punctatus* Kunth

23. Hojas hasta 13 o 15-folioladas

24. Hojas esparcidas en el tallo; folíolos acuminados a subcaudados; pedúnculos florales (2-) 4-6 (-9) mm de largo; lámina del estandarte 11-13 mm de ancho .... *L. longistylus* Pittier

24. Hojas congestionadas en el tallo; folíolos cortamente acuminados a obtusos; pedúnculos florales 1.5-3 mm de largo; lámina del estandarte 9-10 mm de ancho .... *L. berriozabalensis* M. Sousa

21. Folíolos glabros en el haz, pelosos en el envés
    25. Hojas 3-7 (-9)-folioladas
        26. Flores (9-) 10-12 mm de largo ... *L. sumiderensis* M. Sousa
        26. Flores 12-16 mm de largo (en *L. nicoyensis* se desconocen las flores)
            27. Hojas 3 (-5)-folioladas, folíolos brillantes en el haz, los márgenes frecuentemente ondulados; flores 12-14 mm de largo
                28. Hojas generalmente 3-folioladas; inflorescencias péndulas; frutos 3-3.5 cm de largo, ca. 2 mm de ancho .... *L. trifolius* Standl. et L.O. Williams
                28. Hojas 5-folioladas; inflorescencia erectas; frutos 5.5-10 cm de largo, 3.1-4 cm de ancho .... *L. nicoyensis* (Donn. Sm.) Pittier
            27. Hojas 5-7 (-9)-folioladas; folíolos opacos en el haz, los márgenes rectos; flores 14-16 mm de largo .... *L. linaresii* M. Sousa
    25. Hojas (9-) 11-13 (-15)-folioladas
        29. Árboles (4-) 6-15 m de alto; hojas (7-) 13-15.5 cm de largo, los folíolos (2.3-) 4-6 cm de largo, el ápice acuminado; inflorescencias (5-) 8-15 cm de largo; flores 9-11 (-12) mm de largo
            30. Folíolos en el envés solo pilosos sobre la nervadura primaria y secundarias, más densamente en las de la base del folíolo, en el resto de la lámina glabros, pero densamente papilosos, favoreciendo que los folíolos sean discoloros; inflorescencias péndulas; cáliz, pedúnculos florales, pedicelos, raquis de la inflorescencia moderada a densamente velutinos a tomentulosos; semillas monocromáticas .... *L. galeottianus* Harms
            30. Folíolos en el envés canescente estrigulosos sobre la lámina foliar, glabros en las nervaduras, escasa a moderadamente papilosos, concoloros; inflorescencias erectas a patentes; cáliz, pedúnculos florales, pedicelos y raquis de la inflorescencia esparcidamente canescente estrigulosos a glabrescentes; semillas en



ocasiones con bandas y manchas irregulares de tonos más oscuros, que posteriormente se pierden .... *L. vittatus* M. Sousa

29. Arbolitos 3-4 m de alto; hojas 12-15 cm de largo, los folíolos 6.5-10 cm de largo, el ápice caudado; inflorescencias 12-15 cm de largo; flores 13-14 mm de largo .... *L. grandifoliolatus* M. Sousa

Lonchocarpus adamsii M. Sousa, **sp. nov**. Tipo: Jamaica, Trelawny, Cockpit Country, district Rangoat Cave, 1500 ft, 4 Jul 1955 (fl.), *R.A. Howard 14425 y G.R. Proctor* (holotipo: BM!; isotipo: IJ!). Fig. 1.

Lonchocarpus adamsii M. Sousa, *Lonchocarpo glaucifolio* Urb. similis a quo foliolis 9-12 cm longis, 4.1-5.3 cm latis (vs. 3.5-8 cm longis, 2.2-3.6 (-4.1) cm latis), basi rotundata vel obtusa aliquando leviter cordata (vs. cuneata), apice cuspidato vel caudato (vs. obtuso vel breviter acuminato aliquando emarginato), nervis lateralibus 16-22 paribus (vs. 10-14 paribus), inflorescentiis usque ad 9 cm longis (vs. usque ad 4 cm longis), calyce glabro (vs. moderate sericeo), vexillo utrinque glabro (vs. fusco-flavescenti sericeo in nervis et apice), ovario 2-ovulato (vs. 8-9-ovulato) differt.

Arbolitos 3-4 m de alto, caducifolios; corteza interior sin fluido resinoso al corte; ramitas glabrescentes a glabras, en brotes largos y cortos. Hojas con disposición dística en los brotes largos y jóvenes, posteriormente con disposición helicoidal en los brotes cortos ya lignificados; estípulas 0.4-0.5 mm de largo, angostamente lanceoladas, pronto caducas; pecíolo 2.6-5.1 cm de largo, con un canalículo adaxial; raquis foliar 5-6.5 cm de largo; hojas 5-folioladas; folíolos 9-12 cm de largo, 4.1-5.3 cm de ancho, lanceolados, anchamente lanceolados a ovados, cartáceos, translúcido punteados, el haz brillante, glabro, el envés menos brillante, glabro, pero papiloso, la base redondeada a obtusa, en ocasiones ligeramente cordata, algo asimétrica, los márgenes ondulados, el ápice cuspidado a caudado; nervaduras realzadas hasta el 4° orden, nervaduras laterales 16-22 pares. Inflorescencias 2.5-9 cm de largo, simples o agrupadas en ramas cortas con nudos cortos, cortamente pedunculadas; flores esparcidas; floración coetánea; pedúnculos florales 3.5-5 mm de largo, esbeltos; pedicelos 8-12.5 mm de largo, esbeltos; bractéolas 0.3-0.6 mm de largo, lanceoladas, escariosas, subopuestas a alternas, en el 1/5 inferior al 1/3 superior del pedicelo, persistentes. Botones florales alargados y angostamen-

te elipsoidales; flores 14.5-15 mm de largo; cáliz 4-4.5 mm de largo, ciatiforme, punteado, glabro, truncado, algo giboso en la base; corola punteada, glabrescente, rosada-rojiza, escarlata, con una mácula verdosa en la base del estandarte; lámina del estandarte ca. 12 mm de largo, ca. 9 mm de ancho, oblonga, glabrescente a glabra en ambas caras, sin aurículas, y con dos pliegues callosos verticales formando un canalículo resolviéndose en la uña, la uña ca. 2 mm de largo, robusta; ovario 2-ovulado. Legumbre desconocida.

Distribución, hábitat, fenología. Especie endémica de Jamaica; en laderas calizas y áreas con suelo derivado de bauxitas. En elevaciones de 200 a 500 m de altitud. Florece de finales de junio a mediados de julio, a finales de agosto las flores ya pasaron.

Etimología. La especie se dedica al destacado botánico Charles Dennis Adams (1920-2005), estudioso de la flora de Jamaica, de la cual colectó y produjo un manual. En su último período como botánico trabajó, ya retirado, como Asociado Honorario del Museo de Historia Natural en Londres realizando varios tratamientos para la Flora Mesoamericana.

Material adicional examinado. JAMAICA. Trelawny: Cockpit Country, 1 mi SSE of Windsor State, 21 Aug 1956, *G.R. Proctor 15643* (IJ); Near edge of Cockpit on Burnt Hill road, Clarks Town, 25 Jun 1951, *West and L.E. Arnold 270* (DUKE).

Comentarios taxonómicos. Especie cercana a *Lonchocapus glaucifolius* Urb., de la cual difiere por sus folíolos largamente cuspidados a caudados; sus nervaduras foliolares laterales abundantes, inflorescencias más largas; cáliz y lámina del estandarte glabros y ovario 2-ovulado; se desconocen los frutos.

Lonchocarpus adamsii, *L. glaucifolius* Urb. y *L. longipes* Urb. forman un complejo de especies cercanas, respaldado por los datos moleculares de este trabajo (Fig. 14). Dicho complejo es propio de las Antillas Mayores. Sus características son las siguientes: la presencia de tallos en brotes cortos y largos, en concordancia con la disposición dística de las hojas en los brotes jóvenes y largos. Posteriormente en los brotes cortos lignificados la disposición de las hojas es helicoidal. Los folíolos tienen áreas internervias translúcidas o con puntuaciones translúcidas. Inflorescencias frecuentemente cortas; pedúnculos florales y pedicelos largos y delgados; bractéolas escariosas y generalmente distantes de la

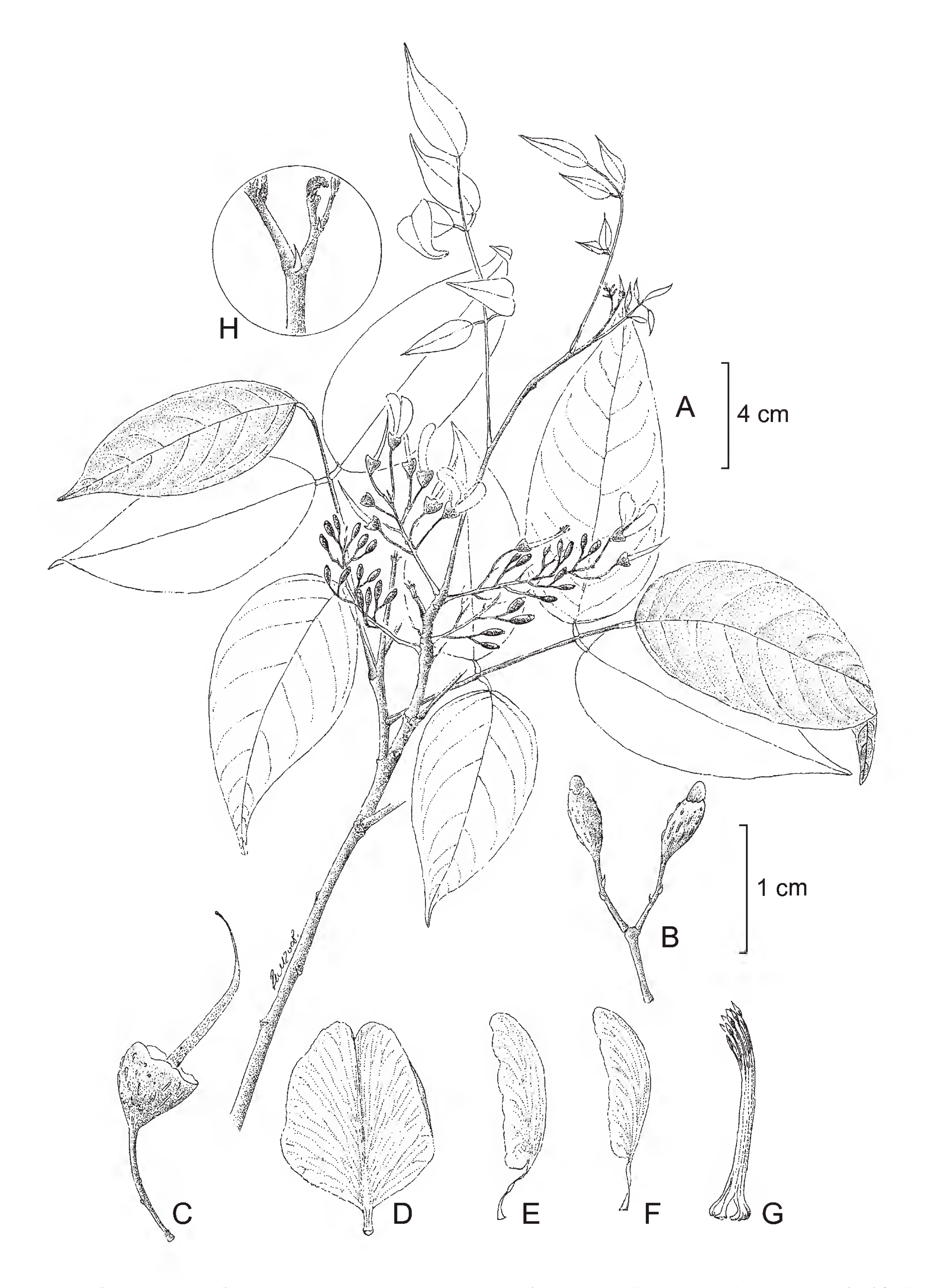


Fig. 1. *Lonchocarpus adamsii* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. unidad biflora, mostrando botones florales, pedúnculo, pedicelos y bractéolas; C. cáliz y gineceo en flor, en la que ya se cayeron los pétalos, se muestran las punctuaciones y líneas translúcidas; D. estandarte, cara abaxial; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal, mostrando en su base las fenestras; H. brote vegetativo, mostrando una estípula. (A-H del holotipo de *R. Howard 14425*, BM).

base del cáliz; lámina del estandarte en su cara abaxial con dos pliegues callosos verticales y paralelos que forman un canalículo que se resuelve en la uña; botones florales angostamente elipsoidales; cáliz casi trunco a dentado, giboso en la base. Legumbres (aún no conocidas en *L. adamsii*) indehiscentes, el margen vexilar algo engrosado a la altura de las semillas, sin alas.

Lonchocarpus angusticarpus M. Sousa. Novon 19: 241. 2009. Tipo: México, Chiapas, La Chacona, 16°47'25" N, 93°10'44" O, 529 m, 10 Ago 1998 (fl.), *E. Martínez S.*, *C.H. Ramos*, *J. Linares y M. Goretti C. 31214* (holotipo: MEXU!; isotipos: A, BM, K, MEXU, MO, NY, US). Fig. 2.

Con base en el estudio de un fragmento del tipo de *L. kerberi* Harms (*Keller 35* (F!, 612017) fue posible aclarar la identidad de esta especie y corregir la interpretación errónea realizada en Flora Novo-Galiciana (Sousa, 1987) de considerarla sinónimo de *L. caudatus* Pittier. Además, al describir *L. angusticarpus* (Sousa, 2009a) se utilizaron elementos heterogéneos, pues el holotipo corresponde a la mencionada especie, pero los demás ejemplares citados pertenecen a *L. kerberi*.

Con esta enmienda se dilucida que *L. angusticarpus* es un taxon endémico estricto de Chiapas, fundamentalmente de los alrededores de La Chacona. A su vez, *L. kerberi* es un elemento de amplia distribución, desde Jalisco, Colima y Michoacán a Oaxaca y Chiapas.

Distribución, hábitat, fenología: especie endémica de Chiapas, México, en el corredor San Fernando, Berriozábal y sur de El Ocote; en altitudes de 500 a 800 m. Vegetación de transición de selva baja caducifolia y selva mediana perennifolia, también en ecotonía de pinar con selva mediana caducifolia, en zonas afectadas por los vientos (com. pers. E. Martínez, 2013). Florece de 6-14 de agosto; fructifica alrededor del 7 de enero.

Material adicional examinado. MÉXICO. Chiapas: close to the main road running N from Tuxtla Gutiérrez towards Chicoasén about 500 m after El Triunfo to Juan Crispín, about 10 km from Tuxtla Gutiérrez, 640 m, 9 Aug 1991 (fl.), *C.E. Hughes 1491* (MEXU); Arriba La Chacona, carr. S. Fernando NO Tuxtla Gutiérrez, 90 m, 6 Ago 1950 (fl.), *F. Miranda 6489* (MEXU); Arriba La Chacona - San Fernando (NO Tuxtla Gutiérrez), 7 Ene 1951 (fr.), *F. Miranda 6813* (MEXU); municipio Cintalapa, a 24 km NE de Tapanatepec, Oaxaca, 670 m, 14 Ago 1969, (fl.). *M. Sousa 3821* (MEXU).

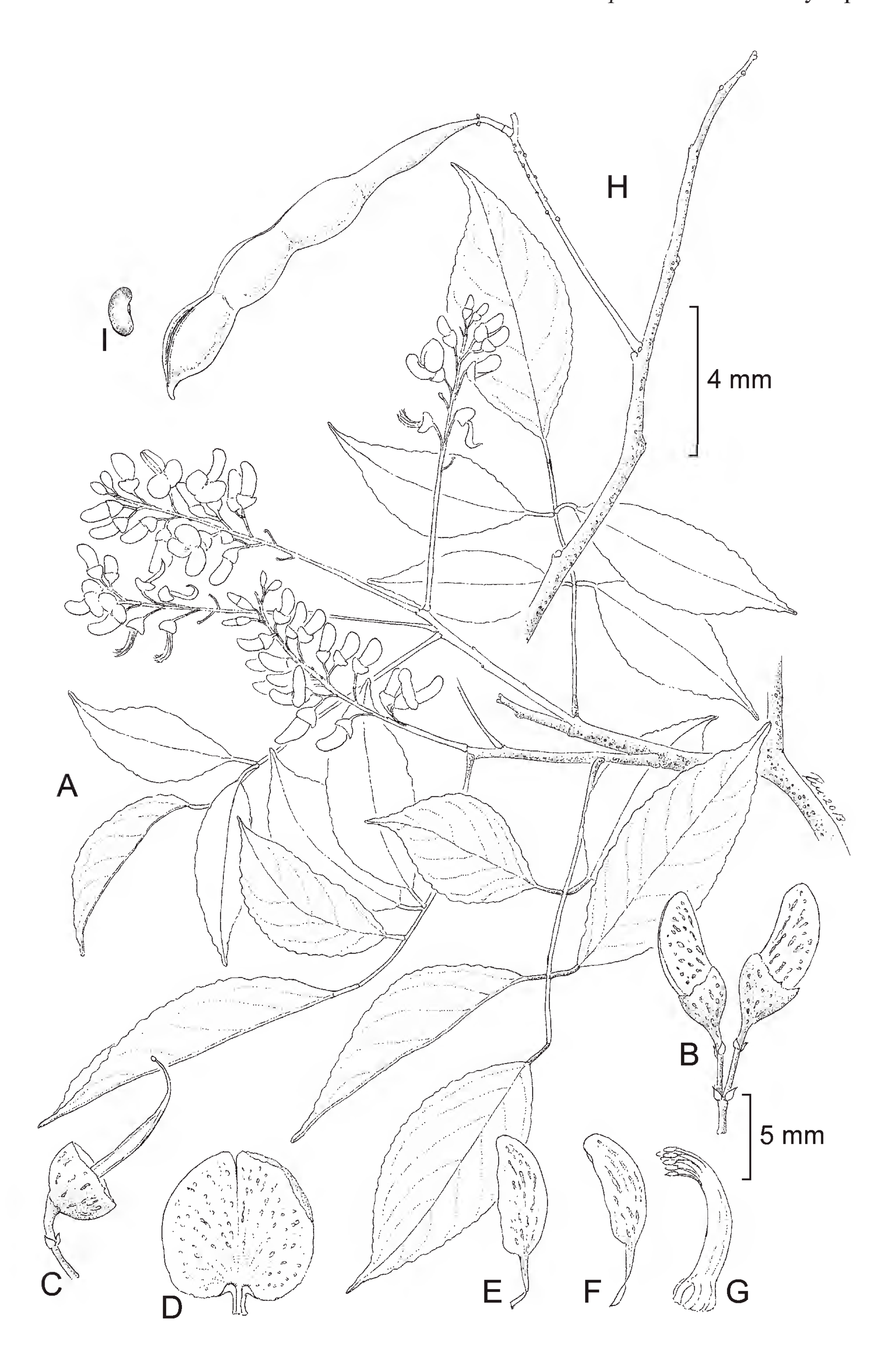


Fig. 2. *Lonchocarpus angusticarpus* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. unidad floral, mostrando pedúnculo floral, pedicelos, brácteas, bractéolas y botones florales; C. cáliz y gineceo; D. estandarte cara abaxial, mostrando los callos basales y los lóbulos basales muy reducidos; E. ala; F. pétalos de la quilla; G. tubo estaminal; H. rama con infrutescencias, mostrando la dehiscencia del fruto; I. semilla. (A-G de *C. Hughes 1491*, MEXU, H-I de *F. Miranda* 6813, MEXU).

Lonchocarpus antioquiensis M. Sousa, **sp. nov.** Tipo: Colombia, Antioquía, municipio Chigorodó, camino Malagón - Chigorodó, 220 m, 16 Ene 1986 (fr.), *E. Rentería et al. 4639* (holotipo: MO). Fig. 3.

Lonchocarpus antioquiensis M. Sousa, *Lonchocarpo kerberi* Harms similis a quo foliis 5-foliolatis (vs. 7-9-foliolatis), textura coriacea (vs. chartacea), marginibus valde revolutis (vs. undulatis), supra nitidis (vs. opacis), subtus glabris (vs. sparsim pubescentibus vel sericeis), legumine 1.7-2 cm lato (vs. 1.4-1.6 cm lato), profunde constricto supra margines et inter semina (vs. recto vel leviter constricto), seminibus 14-14.5 mm longis (vs. 10.2-12.2 mm longis); seminibus in textura spongiosa non immersis (vs. seminibus in textura spongiosa albida immersis) differt.

Árboles ca. 20 m de alto; corteza sin fluido resinoso al corte; ramas glabrescentes. Hojas con arreglo dístico en el tallo; estípulas (no vistas) pronto deciduas; pecíolo 2.5-3.5 cm de largo, acostillado a algo canaliculado; hojas 5-folioladas, folíolos 5.2-8.1 cm de largo, 2.8-3.8 cm de ancho, elípticos, coriáceos, pelúcido punteados, la base obtusa, los márgenes marcadamente revolutos, el ápice acuminado, el haz glabro, brillante, el envés glabro, opaco, ligeramente bicolores, la nervadura primaria realzada en el envés, las secundarias poco conspicuas, las laterales 8-9 pares. Infrutescencias 4.5-6 cm de largo; pedúnculos en el fruto 1-2 mm de largo, robustos; pedicelos en el fruto 4-5 mm de largo, esbeltos; bractéolas subopuestas, lejanas del cáliz, solo parcialmente persistentes las bases de las bractéolas, en el 1/3 al 1/4 superior del pedicelo. Legumbre 3.2-4 cm de largo cuando una semilla, 6.4-8 cm cuando dos semillas, 8.5-9 cm de largo cuando tres semillas, 1.7-2 cm de ancho, elíptica a oblonga, profundamente constricta sobre los márgenes y entre las semillas, dehiscente sobre el margen vexilar engrosado, aplanada, coriácea, aparentemente no resinosa, glabra, atenuada y estipitada en la base, rostrada en el ápice; semillas no embebidas en un tejido esponjoso, 1-3 por fruto, 14-14.5 mm de largo, ca. 10 mm de ancho, 2.5-3 mm de grosor, aplanadas, reniformes, color castaño oscuro.

Distribución, hábitat, fenología. Especie solo conocida de una colecta del municipio de Chigorodó, Antioquía, Colombia. Aproximadamente 220 m de altitud. La floración se desconoce; fructificación a mediados de enero.

Etimología. El nombre hace referencia a Antioquía, Colombia, de donde se conoce la planta.

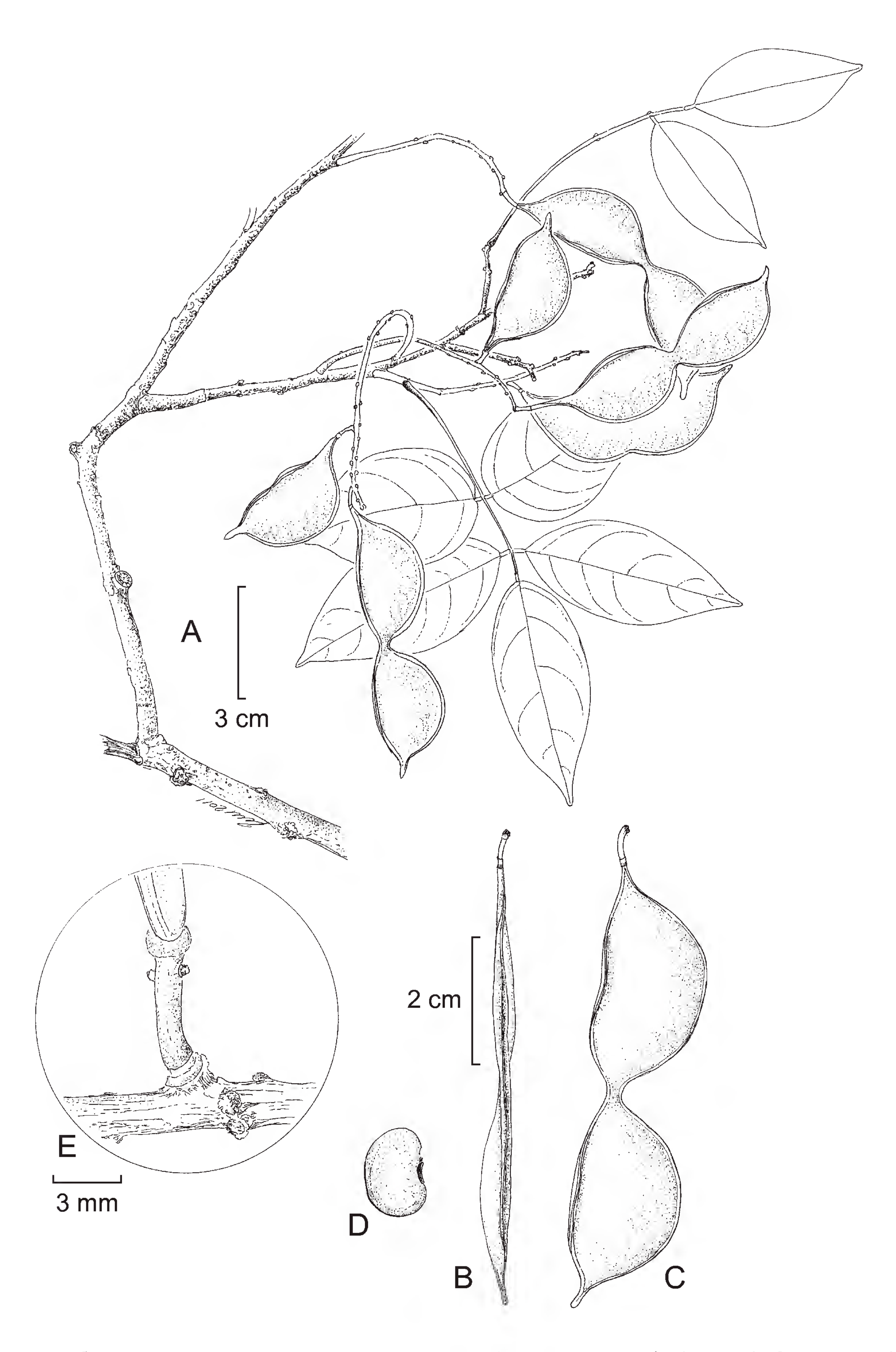


Fig. 3. *Lonchocarpus antioquiensis* M. Sousa. A. rama con hojas e infrutescencias; B. legumbre margen vexilar, mostrando la dehiscencia; C. legumbre, mostrando la valva y su constricción; D. semilla; E. unidad biflora en fruto en la cual se desarrolló un solo fruto; se muestra pedúnculo floral, pedicelo, bases de las bractéolas, cáliz y estípite del fruto. (A-E del holotipo de *E. Rentería 4639*, MO).

Comentarios taxonómicos. Especie con fruto coriáceo, dehiscente en el margen vexilar, similar a *Lonchocarpus kerberi* Harms y *L. angusticarpus* M. Sousa, conocidas de México, pero en *L. antioquiensis* las semillas no están embebidas en un tejido esponjoso blanquecino de tipo arilo, y los frutos son profundamente constrictos, además de que sus hojas coriáceas cuentan con cinco folíolos en vez de siete a nueve.

Lonchocarpus brachyanthus M. Sousa, **sp. nov.** Tipo: México, Michoacán, municipio Lázaro Cárdenas, carretera Arteaga - Playa Azul, a 2-3 km del entronque Lázaro Cárdenas - Playa Azul (La Mira), 21 Jul 2008 (fl.), *R. Torres C. 16890, M. Ramírez, S. Torres R. y B. Torres R.* (holotipo: MEXU!; isotipos: BM!, MO!). Fig. 4.

Frutex vel arbuscula ad 6 m alta; folia (5-) 9-foliolata; foliola nervis lateralibus utroque latere 14-16; pedicelli 2.5-4 mm longi; flores 11.5-12 (-14) mm longi; calyx 3.5-4 mm longus; vexillum 12-13 mm latum; ovarium 3-5-ovulatum; legumen 2.9-3.7 cm latum, coriaceum, laeve vel rugosum, valvis non granulosis, inter semina non constrictum.

Arbustos a arbolitos hasta de 6 m de alto, caducifolios; corteza sin aparente fluido resinoso al corte; ramas jóvenes glabrescentes a glabras. Hojas con arreglo marcadamente dístico en el tallo; estípulas ca. 1.8 mm de largo, 0.8-0.9 mm ancho, oblongas, glabras, pero ciliadas con pelos canescentes en el ápice, pronto caducas; pecíolo 2.8-3.1 cm de largo, con un canalículo adaxial; hojas (5-) 9-folioladas; folíolos 4-6.5 cm de largo, 3.1-3.8 cm de ancho, ovados, base cuneada a redondeada, el ápice apiculado a cortamente acuminado, cartáceos, pelúcido punteados, algo discoloros, haz y envés glabros y algo reticulados, papilosos; vena media realzada en el envés, las nervaduras secundarias ligeramente realzadas, las laterales 14-16 pares. Inflorescencias 6.5-12 cm de largo, simples, axilares, erectas, paucifloras, las flores espaciadas, la floración tardía; pedúnculos florales 4-8 mm largo, delgados; pedicelos 2.5-4 mm de largo, esbeltos; bractéolas escariosas, orbiculares, opuestas a subopuestas, ubicadas del 1/4 inferior al 1/4 superior del pedicelo. Flores 11.5-12 (-14) mm de largo; hipanto desarrollado; cáliz 3.5-4 mm de largo, ciatiforme, glabro, densamente pelúcido linear-punteado, verdoso, casi trunco; corola de color violeta, con abundantes puntuaciones pelúcidas; lámina del estandarte 12-13 mm de ancho, casi orbicular, la cara adaxial densamente canescente serícea, la abaxial glabra, con aurículas agudas y reflejas, con 2 pliegues callosos horizontales a los lados de la uña, la uña ca. 2.5 mm de largo, robusta; ovario 3-5-ovulado. Legumbre 11-13.5

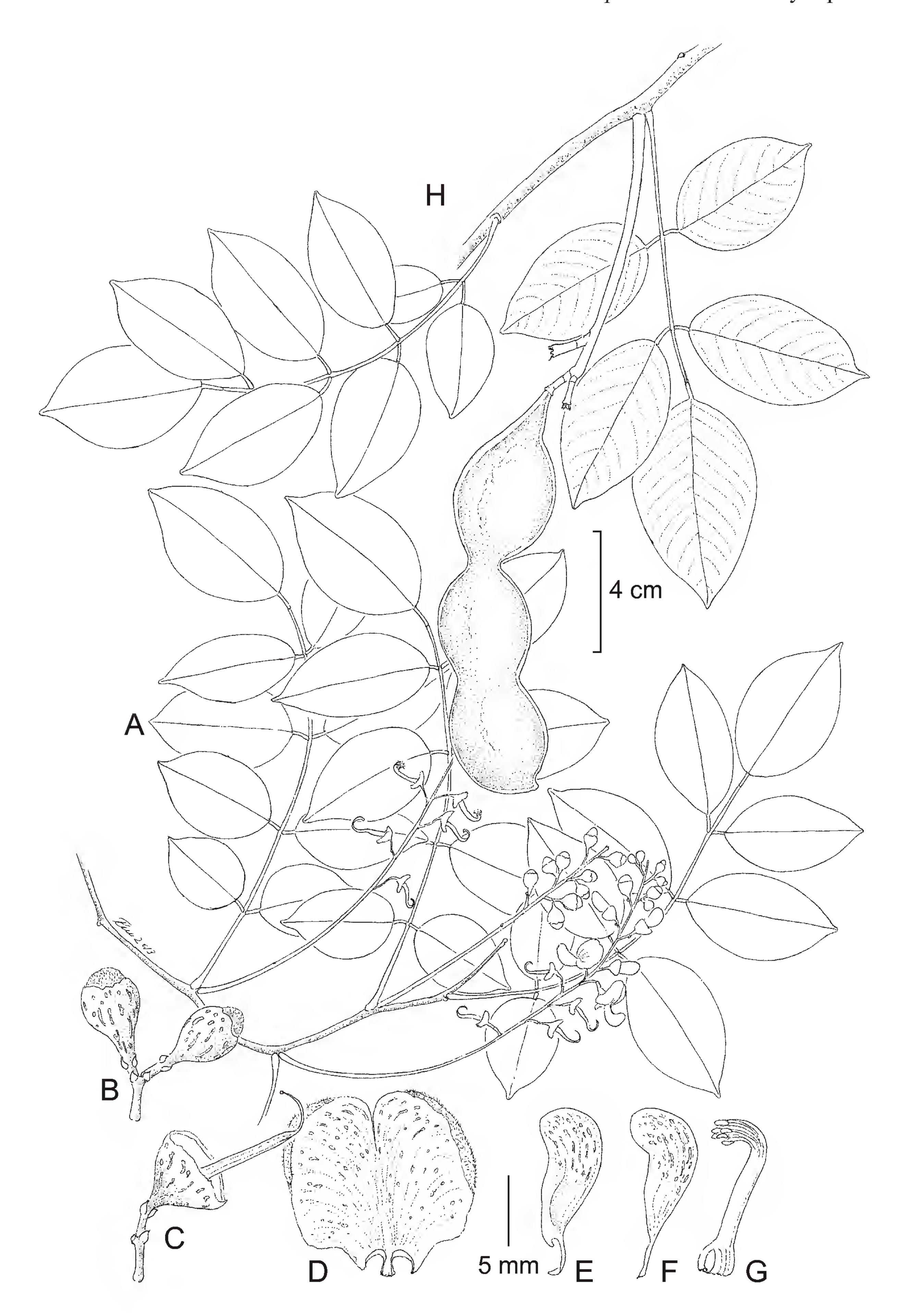


Fig. 4. *Lonchocarpus brachyanthus* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. botones florales en la unidad biflora, mostrando brácteas y bractéolas; C. cáliz y gineceo, mostrando las líneas y puntos translúcidos en el cáliz; D. estandarte cara abaxial, mostrando las aurículas y callos basales; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal; H. rama con hojas e infrutescencia y fruto. (A-G de *R. Torres et al. 16840*, MEXU, H de *M. Ladd O. et al. 288*, MEXU).

cm de largo, 2.9-3.7 cm de ancho, coriácea, glabra, lisa a rugosa, sin gránulos, algo resinosa en las valvas, constricta entre las semillas, oblonga, indehiscente, aplanada, atenuada en la base, el cáliz caedizo, cortamente rostrada en el ápice, los márgenes aquillados; semillas (inmaduras) ca. 18 mm de largo, ca. 10 mm de ancho, ca. 2.4 mm de grosor, aplanadas, de color castaño opaco.

Distribución, hábitat, fenología. Habita en México, en el estado de Michoacán, en la planicie costera del Pacífico y en la vertiente hacia el Pacífico en la Sierra Madre del Sur, en altitudes alrededor de los 200 m; en vegetación de selvas bajas caducifolias. Floración a finales de julio; fructificación a finales de octubre.

Etimología. Dentro del complejo de *Lonchocarpus cochleatus* Pittier esta especie posee las flores más pequeñas.

Material adicional examinado. MÉXICO. Michoacán: a 10 km al N de Playa Azul, o sea a 4 km al N de La Mira, Playa Azul a Nueva Italia, 25 Oct 1977 (fr.). *M. Ladd O. 288, J.C. Soto y C. Ramos* (ENCB, MEXU).

Comentarios taxonómicos. *Lonchocarpus brachyanthus* prospera en altitudes bajas, en selvas bajas caducifolias; su floración se presenta a finales de julio, mientras que la especie cercana y también presente en el sur de Michoacán *L. major* florece a mediados de octubre. Esto es relacionado posiblemente al tamaño de las flores y la época que sus polinizadores las visitan, reforzando su aislamiento reproductivo.

Lonchocarpus cochleatus Pittier, Contr. U.S. Natl. Herb. 20: 68, t. 4. 1917. Tipo: México, Guerrero, El Calabazal (6-7 km N-NE de Agua de Correa, al N de Zihuatanejo), 150 m, 18 Oct 1898 (fr.), *E. Langlaseé 471* (holotipo: US!; isotipos: GH!, K!, MEXU!, P!). Fig. 5.

Arbustos a árboles 3-6 (-12) m de alto; caducifolios; corteza sin aparente fluido resinoso al corte; ramas glabrescentes, pronto glabras. Hojas con arreglo marcadamente dístico en el tallo; estípulas 0.5-1 mm de largo, liguladas, pronto caducas; pecíolos 2.5-3.2 (-5) cm de largo, con un canalículo adaxial; hojas 7-9-folioladas, folíolos (3.5-) 4.5-8.5 (-11.5) cm de largo, 2.5-4 (-5.9) cm de ancho, elípticos a anchamente elípticos, cartáceos, pelúcido punteados, algo bicolores, la base redondeada a atenuadamente cuneada, el ápice acuminado-apiculado, el haz y envés glabros,

el envés densamente papiloso, la nervadura primaria algo realzada en el envés, las secundarias ligeramente realzadas, las laterales (11-) 14-16 pares. Inflorescencias 7.5-16 cm de largo, simples, axilares, erectas, paucifloras, floración tardía; pedúnculos florales 3-5 (-8) mm de largo, esbeltos; pedicelos 3-4 (-6) mm de largo, esbeltos; bractéolas escariosas, ligulares a suborbiculares, opuestas a subopuestas, ubicadas entre 1/4 inferior y 1/2 superior del pedicelo, deciduas. Flores (11.5-) 12-20 (-25) mm de largo; hipanto bien desarrollado; corola de color morado oscuro, con una mácula verde en el estandarte; cáliz (3.5) 4-6 mm de largo, ciatiforme, densamente pelúcido linear-punteado, grueso, verrugoso, glabro, pero ciliado en su margen, peloso en su interior, morado, casi trunco; corola de color violeta, con abundantes puntos y líneas translúcidos; lámina del estandarte 10-16 mm de ancho, suborbicular, oblata, densamente serícea con pelos canescentes adaxialmente, glabra abaxialmente, la uña 1.6-3 mm de largo, robusta; ovario 6-7-ovulado. Legumbre 5.8-6.2 cm de largo cuando una semilla, 10.5-12.5 cm de largo cuando dos o tres semillas, 2.7-3.8 cm de ancho, anchamente elíptica a oblonga, a menudo cocleada, indehiscente, frecuentemente aplanada, coriácea, valvas granulosas, sin ala vexilar, resinosa en el endocarpo, algo constricta en los márgenes entre las semillas, atenuada en la base, el cáliz pronto caduco, cortamente rostrada en el ápice, los márgenes aquillados; semillas 1-2 (-4) por fruto, 22-25 mm de largo, 9-12 mm de ancho, 3.2-4 mm de grosor, abultadas, algo oblongo-reniformes, cubiertas por resina color castaño oscuro, exudada por el endocarpo del fruto, que cubre la semilla y al secarse le da un brillo intenso. Plántulas con los cotiledones hipogeos; eófilos opuestos, 3-foliolados.

Material adicional examinado. MÉXICO. Guerrero: distrito Montes de Oca, municipio Zihuatanejo (José Azueta), San Antonio, 9-10 km al Nde Vallecito de Zaragoza, 3 May 1938 (fl.), *G.B. Hinton 14074* (K, LL, MEXU, MICH, POM, US); a 5 km al N de Las Juntas de los Ríos, municipio de La Unión, 22 Jul 1985, *J.C. Soto Núñez 9624, A. Román de Soto y F. Soto R.* (MEXU); municipio José Azueta, 9 km al SE del entronque con la carretera Cd. Altamirano - Zihuatanejo y 1 km al SE de El Calabazalito, por el camino a El Calabazal, a 2 km al NO de este lugar, 17°42'56" N, 101°30'38" O, 20 Jul 2012 (fl.) *J.C. Soto N. 20218*, *20219*, *20220*, *20221* (MEXU); ibid., 11 Feb 2013 (fr), *J.C. Soto N. 20489, 20509* (MEXU); municipio José Azueta, El Calabazalito, a 7 km al SE del entronque con la carretera Cd. Altamirano - Zihuatanejo, 17°43'01.2" N, 101°31'04" O, 19 Ene 2013, *J.C. Soto N. 20489* (MEXU); entre El Calabazalito y El Calabazal, aproximadamente 7.5 km al SE del entronque con la carretera Cd. Altamirano - Zihuatanejo, 17°42'56" N, 101°30' 43.9" O, 19 Ene 2013, *J.C. Soto N. 20495* (MEXU).

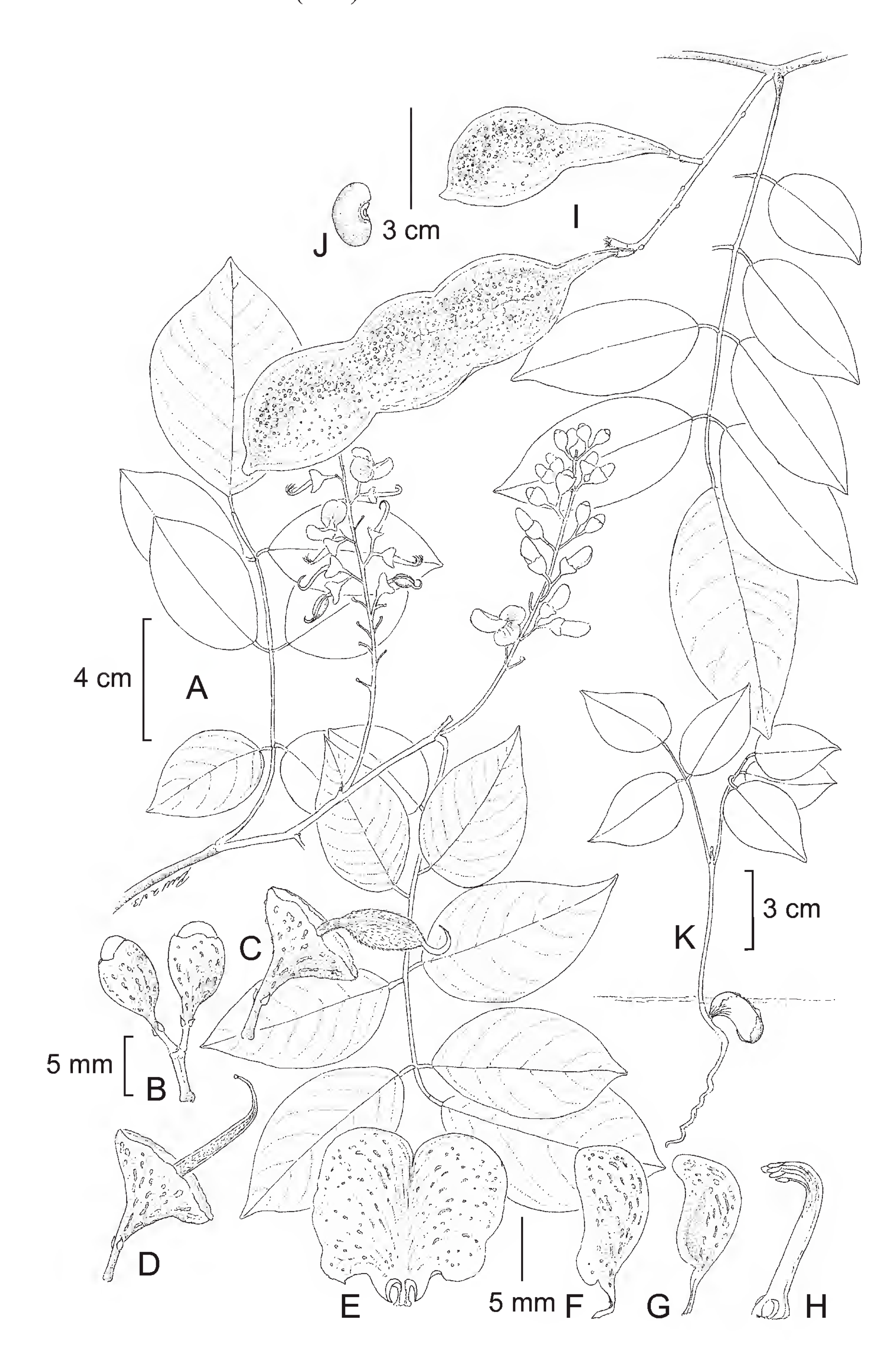


Fig. 5. *Lonchocarpus cochleatus* Pittier. A. rama con hojas e inflorescencias; B. unidad biflora, mostrando pedúnculo floral, pedicelos, bractéolas y botones florales; C. cáliz y gineceo, mostrando que los óvulos basales abortan y forman un estípite; D. cáliz y gineceo sin que aparentemente los óvulos basales abortaran; E. estandarte cara abaxial, mostrando los largos y reflexos lóbulos basales, así como los callos basales; F. ala; G. pétalo de la quilla; H. tubo estaminal; I. rama con hoja e infrutescencias, mostrando los frutos; J. semilla; K. plántula. (A-H de *J.C. Soto 20218*, MEXU. I del tipo *E. Langlassé 471*, MEXU, *J. Soto 20489*, MEXU, K, *J.C. Soto 20509*, MEXU).

Lonchocarpus cochleatus Pittier fue confundida por Sousa (1987), quien aplicó este nombre a plantas de Jalisco y Michoacán, mismas que corresponden a con *L. longipedicellatus* Pittier. La primera especie hace poco fue colectada en flor en la localidad tipo por J.C. Soto. Bajo este nuevo concepto, *L. cochleatus* se considera un endémico estricto, solo conocido de la cuenca baja del Río Balsas en Guerrero, también en una área reducida de la región costera; mientras que *L. longipedicellatus* es de amplia distribución en la planicie costera del Pacífico de Nayarit a Oaxaca, y hasta la depresión Central de Chiapas, también presente en la depresión del Balsas.

Lonchocarpus cochleatus es una especie muy variable a pesar de tratarse de un endémico estrecho. El ovario es 6-7-ovulado, pero frecuentemente los óvulos proximales abortan, produciéndose un estípite que se angosta, en la parte proximal del fruto, generando solo a 1-3 (-4) semillas fértiles. La floración se presenta de mayo a julio; la fructificación es en julio.

Lonchocarpus crassicalyx M. Sousa, **sp. nov.** Tipo: México, Oaxaca, distrito Tehuantepec, Buenos Aires, a 2 km del pueblo, camino al Rancho Ricardo, 390 m, 12 Sep 1985 (fl.), *R. Torres C. 7287 y C. Martínez* (holotipo: MEXU!; isotipo: MEXU!). Fig. 6.

Nombres comunes: canela, mata buey.

Lonchocarpus crassicalyx M. Sousa, *Lonchocarpo longipedicellato* Pittier similis a quo ramulis pilosiusculis (vs. glabrescentibus vel glabris); inflorescentiis (1.5-) 4.5-7.5 cm longis (vs. 8-17 cm longis), floribus 18-20 mm longis (vs. (10-) 12-13 mm longis), vexillo (14-) 16-19 mm lato (vs. 11.5-13 mm lato), legumine 5-6 cm longo (1.5-) 2.1-2.8 cm lato (vs. 7-14 cm longo, 3.5-5.5 cm lato), seminibus 13-16 mm longis, 5.5-6 mm latis, ca. 6 mm crassis (vs. 18-22 mm longis, 8.5-10 mm latis, 9-10 mm crassis) differt.

Árboles 3-10 m de alto, caducifolios; corteza interior sin fluido resinoso al corte; ramitas jóvenes pilósulosas con pelos canescentes, pronto glabrescentes a glabras. Hojas con arreglo marcadamente dístico en el tallo; estípulas (no vistas) pronto caducas; pecíolo 1.3-6 cm de largo, en la cara adaxial con un canalículo; peciólulos 5-8 mm de largo, esbeltos; raquis foliar (1.2-) 5-7 cm, glabrescente; hojas (5-) 7-9 (-11-13)-folioladas; folíolos (1.5-) 3.4-6 (-7.1) cm de largo, (0.9-) 1.8-3.2 (-4.9) cm de ancho, elípticos, cartáceos, punteados, el haz esparcidamente canescente a pardo-amarillento seríceo a glabro, el envés esparcida o moderada a densamente

canescente a pardo-amarillento seríceo, densamente papiloso, la base redondeada a cuneada, el ápice acuminado a en ocasiones acuminado-cuspidado y a veces obtuso; nervaduras laterales 6-10 pares. Inflorescencias (1.5) 4.5-7.5 cm de largo, simples, axilares, pedunculadas, paucifloras, flores espaciadas; floración tardía; pedúnculos florales (3.5-5) 9-11 mm de largo, esbeltos; pedicelos 4-7 mm de largo, esbeltos; bractéolas 0.5-0.7 mm de largo, orbiculares, escariosas, opuestas a subopuestas, ubicadas entre el 1/4 distal del pedicelo y la base del cáliz, persistentes. Botones florales anchamente elipsoidales. Flores 18-21 mm de largo; cáliz 3.5-6 mm de largo, ciatiforme, cuando glabrescente densamente lineolado a punteado translúcido con aspecto craso, o moderada a esparcidamente cinéreo seríceo, truncado o casi truncado; corola lila a rosada, punteada y lineolada translúcida; lámina del estandarte (14-) 16-19 mm de ancho, suborbicular, moderada a densamente canescente a pardo-amarillento serícea en la cara adaxial, glabra en la cara abaxial, la uña 2-3.5 mm de largo, ancha y robusta; ovario 5-7-ovulado. Legumbre 5-6.5 cm de largo, 2.1-2.8 cm de ancho, elíptica a oblonga, indehiscente, coriácea, glabra a esparcidamente cinéreo serícea, más densamente en el estípite, sin aparente resina sobre las valvas, atenuado-estipitada, sobre cada valva frecuentemente con una costilla longitudinal paralela hasta 6 mm del margen vexilar, el ápice rostrado, lateralmente comprimida, constricta entre las semillas sobre los márgenes, los márgenes aquillados; semillas 1-2 por fruto, 13-16 mm de largo, 5.5-6 mm de ancho, ca. 6 mm de grosor, cilíndrico-oblongas, cubiertas por resina del endocarpo, de color pardo-rojizo oscuro, brillantes. Plántulas con los cotiledones hipogeos; eófilos opuestos, 3-foliolados, los folíolos obtusos a acuminados.

Distribución, hábitat, fenología. Especie endémica del distrito de Tehuantepec, Oaxaca, México. Se encuentra en selvas bajas caducifolias, en ocasiones en la cima de cerros con pinares, en donde se presentan fuertes vientos y los ápices foliolares tienden a ser obtusos y los peciólulos más largos. Prospera sobre suelos arenosos, pedregosos y rocas areniscas, así como en sustrato de rocas calizas, en elevaciones de 120-180 m, más frecuentemente 360-550 m, en la cima de cerros hasta los 950 m de altitud. La floración ocurre de finales de junio a mediados de septiembre; la fructificación de principios de agosto a finales de septiembre, extendiéndose a finales de noviembre; se presentan plántulas desde principios de agosto.

Etimología. El epíteto de esta especie hace énfasis en el cáliz, el cual es notorio por su tamaño y textura.

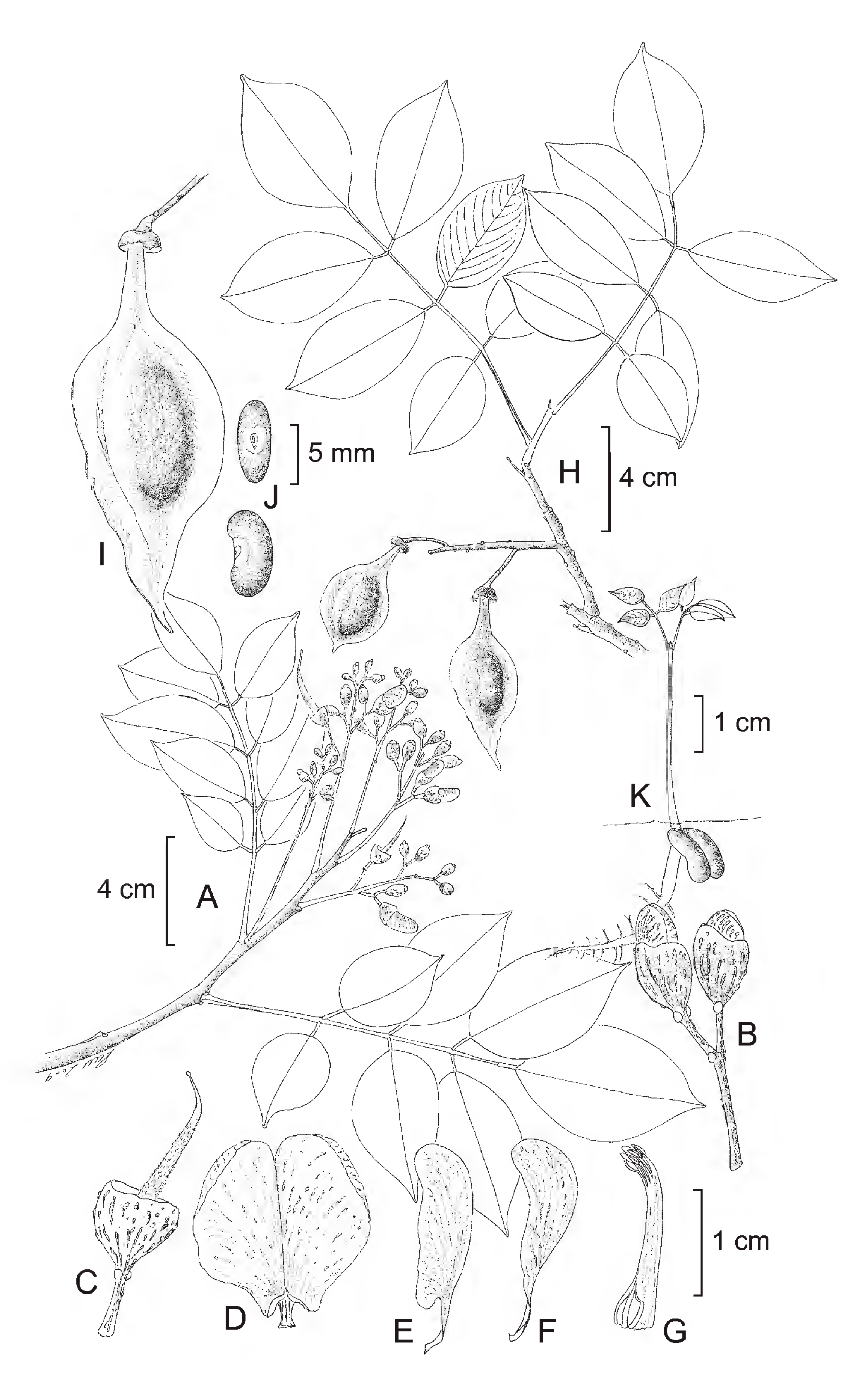


Fig. 6. *Lonchocarpus crassicalyx* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. unidad biflora, mostrando botones florales, pedúnculo floral, pedicelos y bractéolas; C. cáliz y gineceo; D. estandarte cara abaxial; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal; H. rama con hojas y frutos; I. legumbre, mostrando la marca paralela al margen vexilar y el área abultada a la altura de la semilla; J. semilla vista apical y lateral; K. plántula con cotiledones hipogeos. (A-G del holotipo *R. Torres 7287*, MEXU. H-I, K de *E. Martínez 41661*, MEXU. J de *R. Torres 7287*, MEXU).

Material adicional examinado. MÉXICO. Oaxaca: distrito Santo Domingo Tehuantepec, municipio Santiago Astata, Santiago Astata en el entronque a San Pedro Huamelula, 30 Ago 1994, *J.I. Calzada 19337 y G. Flores* (MEXU, MO); cerro El Arenal, al NO de Buenos Aires, 16°19' N, 95°32' O, 28 Jun 1991, *A. Campos V. 3707* (MEXU); Buenos Aires, a 200 m del pueblo en el camino al Rancho Ricardo, 3 Jul 1985, *C. Martínez R. 13* (MEXU); Buenos Aires, 15 km al O de Tehuantepec, entrando por Hierba Santa, 16°19' N, 95°27' O, 24 Nov 1987, *C. Martínez R. 1123, 1124, 1125* (MEXU); a 1 km al O de Buenos Aires camino al aguaje de Ricardo, municipio Santo Domingo Tehuantepec, 16°20'20" N, 95°29'12" O, 6 Ago 2009, *E. Martínez S. 41654, 41661 y C.H. Ramos* (MEXU); Nipu, lado oriente, municipio Santa María Huamelula, 16°34'9" N, 95°41'43.5" O, 25 Sep 2010, *S. Molina B. 347* (MEXU); a 2 km al N de Rancho Ricardo, al N. de Buenos Aires, entrando por Hierba Santa, 10 km al NO de Tehuantepec, 12 Sep1985, *R. Torres C. 7321 y C. Martínez R.* (MEXU).

Comentarios taxonómicos. Esta especie se ubica en el complejo de *Lonchocarpus cochleatus* (véase más adelante) y se relaciona cercanamente con *Lonchocarpus longipedicellatus* Pittier y *L. cristatus* M. Sousa por sus semillas cilíndrico-oblongas.

Lonchocarpus grandifoliolatus M. Sousa, **sp. nov.** Tipo: México, Oaxaca, distrito de Putla, Cañada de Los Pajaritos, 22 km al NE de Putla de Guerrero, 1250 m, 28 Jun 1979 (fl.), *M. Sousa S. 10610, M. Sousa P., P. Basurto, R. Grether y G. Durán* (holotipo: MEXU!; isotipo: MEXU!). Fig. 7.

Lonchocarpus grandifoliolatus M. Sousa *Lonchocarpo galeottiano* Harms similis a quo statura arbuscularum 3-4 m alta (vs. statura arborum (4-) 6-15 m alta), foliis 20-35 cm longis, (vs. (7-) 13-15 cm longis), foliolis 6.5-10 cm longis (vs. (2.3-) 4-6 cm longis); foliolis apice caudato (vs. apice acuminato); inflorescentia (12-) 14-15 cm longa (vs. (5-) 8-13 cm longa), floribus 13-14 mm longis (vs. 9-11 (-12) mm longis) differt.

Arbolitos 3 a 4 m de alto, corteza sin fluido resinoso al corte, ramas jóvenes esparcidamente canescente tomentulosas, pronto glabras. Hojas con arreglo dístico en el tallo; estípulas (vistas en plántulas) 1-1.2 mm de largo, angostamente triangulares y largamente aciculares, pronto caducas; pecíolo 3.5-4.5 (-6) cm de largo, acostillado; hojas 11-13-folioladas, 20-35 cm de largo; folíolos 6.5-10 cm de largo, (1.9-) 2.8-3.5 (-4) cm de ancho, elípticos, cartáceos, pelúcido punteados, algo discoloros, la

base algo oblicua, en ocasiones cuneada, los márgenes aplanados, el ápice caudado, el haz algo brillante, glabro, el envés glabro excepto en las nervaduras esparcidamente canescente pilósulas, densamente papiloso; nervadura primaria y secundarias algo realzadas en el envés, nervaduras laterales 9-12 pares. Inflorescencias 12-15 cm de largo, erectas, axilares, pedúnculos 3.3-4 cm de largo, floración tardía; pedúnculos florales 2-4 mm de largo, esbeltos; pedicelos 3.5-5 mm de largo, esbeltos; bractéolas 0.8-1.2 mm de largo, oblongas, escariosas, subopuestas, lejanas del cáliz, ubicados cerca del 1/3 superior del pedicelo. Botones florales elipsoidales. Flores 13-14 mm de largo; cáliz 4-5 mm de largo, ciatiforme, moderadamente pardo-amarillento seríceo, sin ocultar el fondo, densamente punteado-lineolado translúcido, algo lobulado, el lóbulo carinal más prominente, ca. 0.9 mm de largo, algo acicular; corola de color violeta a rosada, con líneas y puntos translúcidos; lámina del estandarte ca. 14 mm de ancho, oblata, algo cóncava, adaxialmente casi glabra, excepto sobre las nervaduras centrales esparcidamente canescente seríceas, más densamente en la base y abaxialmente glabra, la uña ca. 2 mm de largo, robusta; ovario 6-8-ovulado. Legumbre 4.5-5.5 cm de largo cuando una semilla, 7.5-8 cm de largo cuando dos semillas, 10.5-11 cm de largo cuando tres semillas, 2.1-2.4 cm de ancho, elíptica a oblonga, dehiscente en el margen vexilar, aplanada, cartácea, sin aparente resina, constricta entre las semillas sobre los márgenes, las valvas lisas, glabras, atenuadas en la base, el margen vexilar angostamente alado, el ala hasta ca. 1.1 mm de ancho, el margen carinal aquillado, la base atenuada, cortamente estipitada, el ápice rostrado; semillas 1-3 (-4), ca. 13 mm largo, ca. 7 mm de ancho, ca. 2.5 mm de grosor, reniformes, color castaño claro. Plántulas con los cotiledones epigeos; eófilos opuestos, 1-foliolados, la primera hoja alterna 3-foliolada.

Distribución, hábitat, fenología. Esta especie es endémica del distrito de Putla, Oaxaca, México; crece en hábitats con vegetación de selvas medianas subperennifolias en cañadas húmedas, así como en ecotonía de encinares con bosques mesófilos con *Quercus*, *Clethra*, *Furcraea, Agave* y *Calliandra*; sobre suelos pedregosos, en altitudes entre 1250 y 1340 m. Florece de finales de junio a principios de septiembre; se han encontrado con frutos a finales de junio.

Etimología. El nombre asignado a esta especie resalta el gran tamaño de sus folíolos.

Material adicional examinado. MÉXICO. Oaxaca: distrito de Putla, Río El Pájaro, 7 Sep 2008, *R.V. González 800* (MEXU); Barranca del Pájaro, 6-8 km al

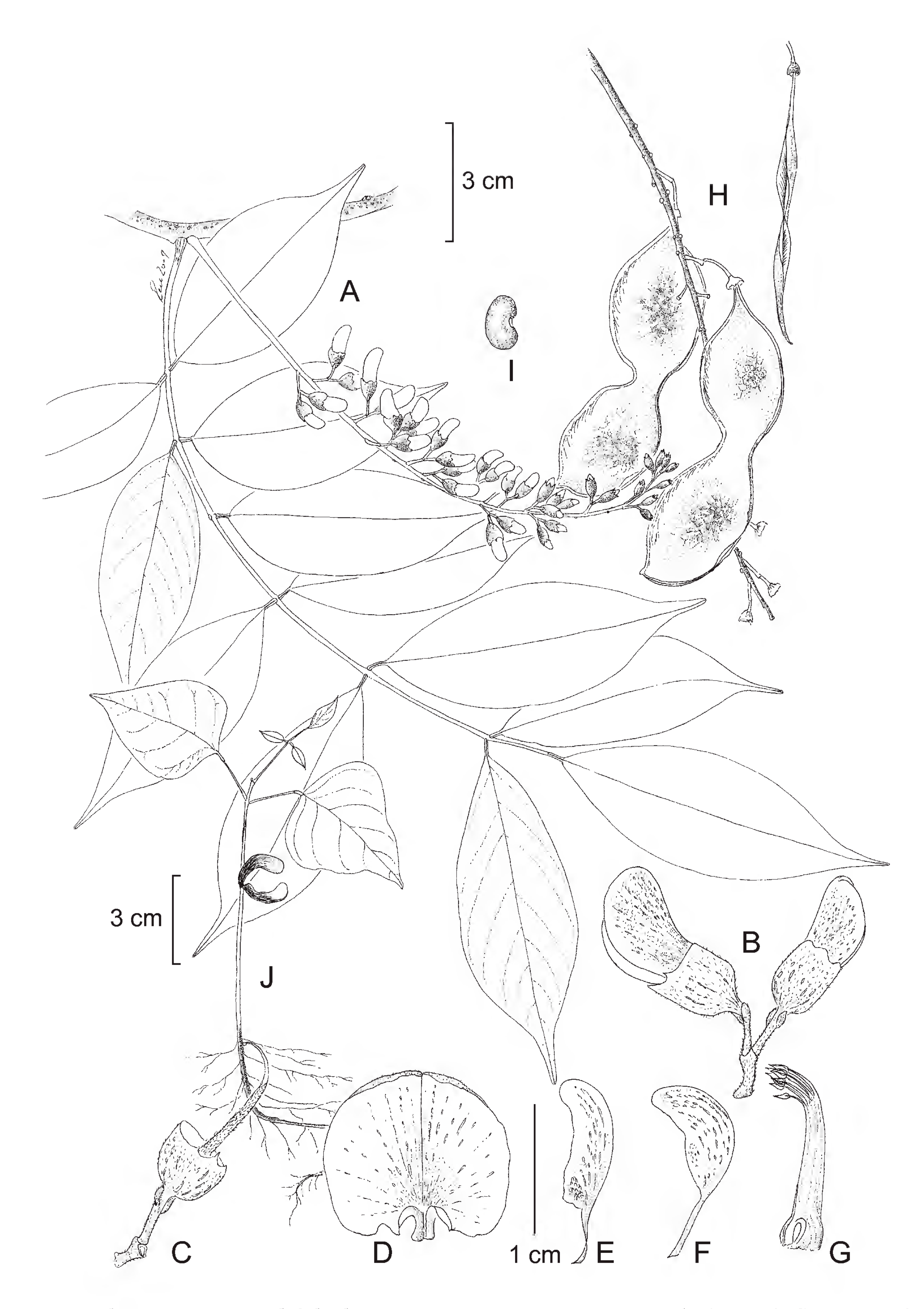


Fig. 7. *Lonchocarpus grandifoliolatus* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencia; B. unidad biflora con botones ya casi en la antesis, mostrando pedúnculo floral, pedicelos y bractéolas; C. cáliz y gineceo; D. estandarte cara abaxial; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal; H. infrutescencia con frutos cara valvar y fruto margen vexilar; I. semilla; J. plántula, epigea. (A-I de *M. Sousa 10610*, MEXU, J de *M. Sousa 10515*, MEXU).

S de la desviación Tlaxiaco, carretera a Putla, 30 Jul 1983, *R. Torres C. 3367 y H. Hernández* (MEXU).

Comentarios taxonómicos. *Lonchocarpus grandifoliolatus* es cercana a *L. galeottianus* Harms, de la cual difiere en ser arbusto en vez de árbol, sus hojas más grandes con folíolos enormes, con el ápice caudado, las inflorescencias más largas y las flores de mayor tamaño, esta afinidad es confirmada por la información molecular (Fig.14).

Lonchocarpus gyroides M. Sousa et R. Cruz, **sp. nov.** Tipo: México, Guerrero, a 1 km al NE de Tecomazuchil, municipio General Heliodoro Castillo, 17°37'37" N, 100°1'59" O, 9 Jul 2000 (fl.), *R. Cruz Durán 4788, J. Castrejón Reyna y M. García Granados* (holotipo: MEXU!; isotipos: FCME!, MEXU!). Fig. 8.

Caules, petiolus, rachis foliorum, rachis inflorescentiarum, pedunculi florales, pedicelli dense tomentulosi; pilis cinereis vel fusco flavescentibus, folia 7-9-foliolata, foliola usque ad 8.7 cm longa, ovata vel lanceolata, chartacea, apice acuminato vel longe acuminato, flores 11-12 mm longi, corolla alba, vexillum dense canescenti-sericeum adaxialiter, glabrum abaxialiter praeter angustam fimbriam horizontalem canescenti pilosam in junctura cum ungue, legumen moderate canescenti-tomentulosum, chartaceum vel subcoriaceum, dehiscens per marginem vexillarem gyro valvarum 90°, in uno plano valvis manentibus.

Arbolitos 3-5 m de alto, caducifolios; corteza interior sin fluido resinoso al corte; tallos jóvenes densamente cinéreo tomentulosos, posteriormente esparcidamente cinéreo tomentulosos a glabrescentes. Hojas con arreglo dístico en el tallo; estípulas ca. 1.1 mm de largo, ovadas, pronto caducas; pecíolo 2.2-3.7 cm de largo, adaxialmente con un canalículo; peciólulos 3-4 mm de largo, esbeltos; raquis foliar 6-8 cm de largo, densa a moderadamente cinéreo a canescente tomentuloso; hojas 7-9-folioladas: folíolos (4.2-) 5.5-7.5 (-8.7) cm de largo, (2-) 2.3-3.5 (-4.2) cm de ancho, ovados a lanceolados, membranáceos a cartáceos, translúcido punteados, el haz esparcidamente canescente tomentuloso, el envés moderadamente canescente seríceo, densamente papiloso, la base redondeada a cuneada, el ápice acuminado, en ocasiones largamente acuminado; nervadura media bien marcada en el envés, las nervaduras laterales poco realzadas, 9-12 pares. Inflorescencias 6.5-11 cm de largo, simples, axilares, pedunculadas; flores espaciadas hacia el 1/2 inferior, densas en el 1/3 superior; floración tardía; pedúnculos florales 2.2-3 mm de largo, esbeltos; pedicelos 2.5-3 mm de largo, esbeltos; bractéolas

0.4-0.5 mm de largo, ovadas, escariosas, opuestas a subopuestas, del 1/3 inferior a la mitad del pedicelo, caducas. Botones florales elipsoidales. Flores 11-12.5 mm de largo; cáliz 2.5-3 mm de largo, ciatiforme, moderada a densamente pardo-amarillento seríceo, casi truncado; corola blanca, con puntos y lineolas translúcidas; lámina del estandarte 9.5-11 mm de ancho, oblata, densamente canescente serícea en la superficie adaxial, en la cara abaxial glabra excepto un área central canescente pilosa en la unión con la uña, la uña ca. 2 mm de largo, robusta; ovario (3-) 4-ovulado. Legumbre 4.5-5.5 cm de largo cuando una semilla, 6-7.5 cm de largo cuando dos semillas, ca. 11 cm largo cuando tres semillas, 2.1-2.4 cm de ancho, elíptica a oblonga, dehiscente, aplanada, cartácea a subcoriácea, aparentemente no resinosa, moderadamente canescente tomentulosa, ligeramente constricta en los márgenes y entre las semillas, atenuada a cuneada en la base, rostrada en el ápice, el margen vexilar dehiscente con un giro de las valvas de 90°, sin enrollarse en espiral, quedando las valvas horizontales en un solo plano; semillas 1-2 (-3) por fruto, ca. 13.5 mm de largo, ca. 6.6 mm de ancho, ca. 2.5 mm de grosor, aplanadas, reniformes, de color pardo-amarillento (pajizo) opaco.

Distribución, hábitat, fenología. Endémica de Guerrero, México, en la Sierra de Guerrero como parte de la Sierra Madre del Sur en la vertiente del Río Balsas; prospera en vegetación de selvas bajas caducifolias, asociada a Burseras, Rubiáceas, Leguminosas, Euforbiáceas y Ramnáceas, sobre suelos calizos, en altitudes alrededor de 1430 a 1470 m. Floración de finales de junio a mediados de julio; fructificación de principios de junio a mediados de julio.

Etimología. El nombre específico hace referencia a la particular y única dehiscencia de sus legumbres en el género *Lonchocarpus*.

Material adicional examinado. MÉXICO. Guerrero: municipio de Heliodoro Castillo, a 37 km al O de Villa Xochitl, 17°37'44" N, 100°2'4" O, 18 Jul 1999, *R. Cruz D. 4188* (FCME, MEXU); a 1.75 km al NO de Tecamazuchil, 17°37'23" N, 100°01'55" O, 5 Jun 2000 y 9 Jul 2000, *R. Cruz D. 4633, 4789* (FCME, MEXU).

Comentarios taxonómicos. *Lonchocarpus gyroides* es una especie muy característica en la sect. *Punctati* por la presencia de una pubescencia abaxial basal, central de tipo piloso en la lámina del estandarte, por la dehiscencia de su legumbre, así como por las flores de color blanco, que al marchitar se tornan de color lila pálido. Su cercanía molecular es con *L. longistylus* (Fig. 14), morfológicamente comparten la pelosidad abaxial del estandarte.

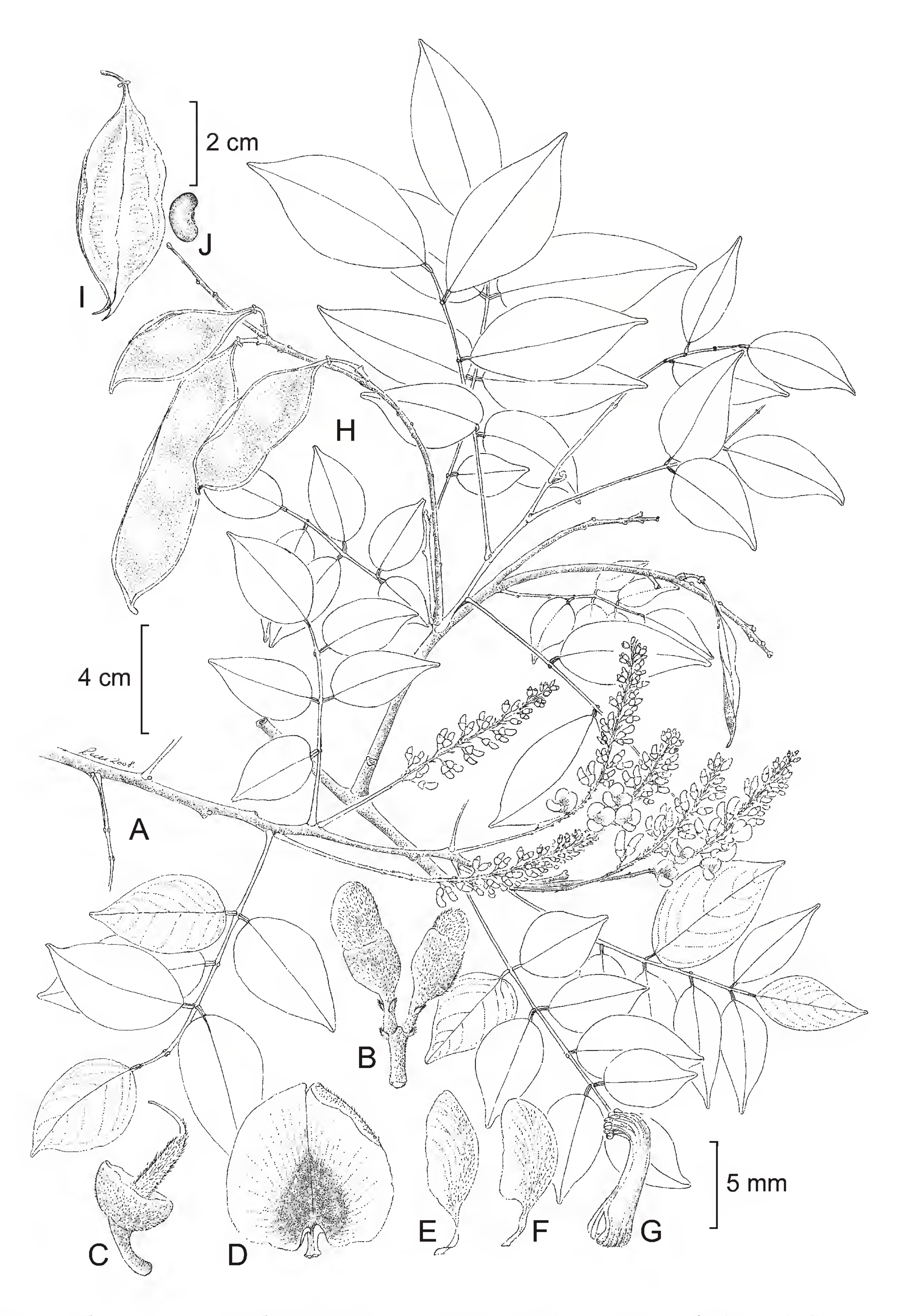


Fig. 8. *Lonchocarpus gyroides* M. Sousa et R. Cruz. A. rama con hojas e inflorescencias; B. unidad biflora, mostrando pedúnculo floral, pedicelos, brácteas y bractéolas; C. cáliz y gineceo; D. estandarte cara abaxial; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal; H. rama con hojas e infrutescencias; I. legumbre ya dehiscente; J. semilla. (A-G de *R. Cruz 4788*, MEXU. H-I de *R. Cruz 4789*, MEXU. J de *R. Cruz 4633*, MEXU).

Lonchocarpus kerberi Harms, Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 17: 323.1921. Tipo: México, Colima, Colima Vulkan, Sep 1879 (fl.). *E. Kerber 35* (holotipo: B, destruido; isotipo: F! (fragmento)) Fig. 9.

La descripción heterogénea de *Lonchocarpus angusticarpus* M. Sousa (2009) se ha necesitado enmendar. Así el holotipo (*E. Martínez et al. 31214*, MEXU!) constituye a *Lonchocarpus angusticarpus* y los paratipos citados en la misma corresponden a *Lonchocarpus kerberi* Harms.

Las diferencias morfológicas entre *Lonchocarpus angusticarpus* M. Sousa y *L. kerberi* Harms se contrastan en la dicotomía 5 de la clave, agregándose el hábitat de selvas bajas caducifolias de la primera y de la vegetación de transición de *L. kerberi*. La información molecular también apoya la independencia de estas dos especies (Fig. 14).

Lonchocarpus kerberi Harms fue interpretada por Hermann (1948) como sinónimo de *L. peninsularis* (Donn. Sm.) Pittier, el cual a la vez Sousa (2009) ubicó como sinónimo de *L. acuminatus* (Schltdl.) M. Sousa.

De *Lonchocarpus kerberi* solo se cita al material representativo.

Material adicional examinado. MÉXICO. Jalisco: municipio La Huerta, desviación a Arroyo Seco, 40 km al N de Barra de Navidad, carretera a Puerto Vallarta, 19 Sept 1984 (fl.), *A. Solís Magallanes 2670* (MEXU); rancho El Paraíso, Chamela, 28 Oct 1981 (fl.), *A. Solís Magallanes y E.J. Lott 3161* (MEXU); El Paraíso, en playa rocosa, a 55 km al N de Barra de Navidad, carretera a Puerto Vallarta, 4 Nov 1982 (fl.), *A. Solís Magallanes* y *E. Lott 3920* (MEXU). Michoacán: a 23 km al SO de Las Cañadas, camino a Arteaga, 18°26'47" N, 102°4'21" O, 590 m, 27 May 2009 (fr.), *E. Martínez S. 41616 y R. Medina* (MEXU). Oaxaca: municipio Asunción Ixlaltepec, Cerro Verde, 1.7 km al NE de Nizanda, 28 Jul 1999 (fl.), *E. Pérez-García y B. Reyes Ríos 1809* (MEXU); distrito Juchitán, a 17 km al NO de La Ventosa, 18 Dic 1978 (fr., pl.), *M. Sousa y L. Rico 10201* (ENCB, MEXU); distrito Pochutla, municipio San Miguel del Puerto, Llano de Horno, 6 Jul 2007, (fl.) *J. Pascual 2080* (MEXU); distrito Tehuantepec, a 8.1-12 km al SO de Buenos Aires, camino a Tenango, 13 Sep 1985 (fl.), *R. Torres y C. Martínez 7344*, (MEXU). Chiapas: municipio Cintalapa, a 8 km al N-NO del Mirador Iris, sobre la carretera Tapanatepec - Rizo de Oro, 16°27'15" N, 94°5'8" O, 744 m, 28 Ago 2004 (fr.), *E. Martínez S. 37060 y C.H. Ramos* (MEXU); La Sepultura, a 3 km al S (Rizo de Oro) Nuevo Tenochtitla, al N del Mirador Iris, 16°27'22" N, 94°5'12" O, 800 m, 20 Jul 2001 (fl.), *M. Sousa et al. 13535* (MEXU).

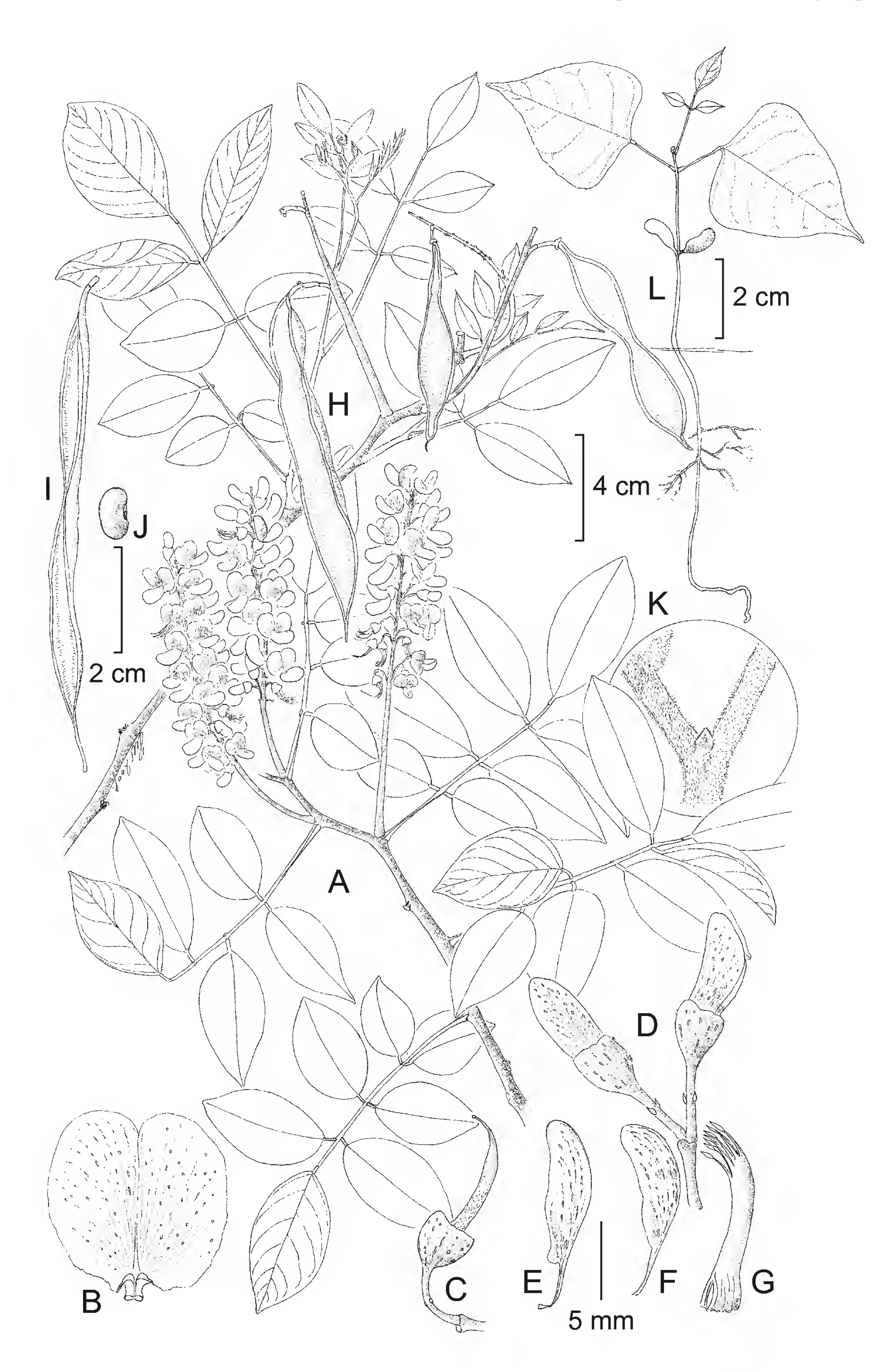


Fig. 9. *Lonchocarpus kerberi* Harms. A. rama con hojas e inflorescencias; B. estandarte cara abaxial; C. cáliz, gineceo, pedicelo, mostrando las cicatrices dejadas por las bractéolas; D. unidad biflora, mostrando los botones florales, pedúnculo floral, pedicelos y bractéolas; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal; H. rama con hojas e infrutescencias: I. fruto dehiscente en el margen vexilar; J. semilla; K. estípula; L. plántula. (A-G de *A.S. Magallanes 3920*, MEXU. H-K de *E. Martínez 41616*, MEXU, L de *M. Sousa 10201*, MEXU).

Respecto al material de Oaxaca de la Sierra Madre de Oaxaca, incluyendo la Sierra de Mixes, comprendiendo de SE a NO, a los distritos de Yautepec (parte) y Tlacolula, la variación morfológica es muy grande, continua y gradual, tanto en la forma como el tamaño de los folíolos, como en la pelosidad del cáliz, que se torna más densa hacia el NO de su distribución geográfica; los frutos menos constrictos, hasta 1.6 cm de ancho.

Lonchocarpus major M. Sousa, **sp. nov.** Tipo: México, Michoacán, municipio Coahuayana, 6 km al O de Palos María, Sierra Madre del Sur, cerca del estado de Colima, 18°49'14" N, 103°31'56" O, 459 m, 17 Oct 2009 (fl.), *A. Delgado S. 2716, J.S. Sotuyo y S. Carleial* (holotipo: MEXU!, isotipo: MEXU!). Fig. 10.

Lonchocarpus major M. Sousa, *Lonchocarpo brachyantho* M. Sousa similis a quo numero nervorum lateralium 11-12 paribus (vs. 14-16 paribus), pedicellis 4-6 mm longis (vs. 2.5-4 mm longis), floribus 16-25 mm longis (vs. 11.5-12 (-14) mm longis), calyce 5-6 mm longo (vs. 3.5-4 mm longo), vexillo 19-22 mm lato (vs. 12-13 mm lato), ovario 6-8-ovulato (vs. 3-5-ovulato); legumine 3.8-4.5 cm lato, lignoso (vs. 2.9-3.7 cm lato, coriaceo) differt.

Árboles 3-12 m de alto, caducifolios, corteza sin aparente fluido resinoso al corte; ramas jóvenes esparcidamente canescente seríceas, pronto glabras. Hojas con arreglo marcadamente dístico en el tallo; estípulas 0.4-0.7 mm de diámetro, oblatas a suborbiculares, apiculadas, pronto caducas; pecíolos 2-5 mm de largo con un canalículo adaxial; hojas (5-) 7-folioladas; folíolos (3.4-) 4.5-8.5 (-11.5) cm de largo, (2.1-) 2.6-5.9 cm de ancho, elípticos a anchamente elípticos, cartáceos a subcoriáceos, pelúcido punteados, la base obtusa a redondeada, el ápice acuminado-apiculado, en el haz algo lustrosos y glabros, en el envés esparcidamente canescente seríceos, posteriormente glabros, papilosos, la nervadura primaria realzada en el envés, las secundarias ligeramente realzadas, las laterales 11-12 pares. Inflorescencias 7-16 cm de largo, simples, axilares, erectas, floración tardía; pedúnculos florales 3-6 (-9) mm de largo, esbeltos; pedicelos 4-6 mm de largo, esbeltos; bractéolas escariosas, casi orbiculares, opuestas a subopuestas, ubicadas de 1/4 inferior al 1/2 superior del pedicelo. Flores 16-25 mm de largo; hipanto bien desarrollado; cáliz 5-6 mm de largo, ciatiforme, glabro, densamente pelúcido linear-punteado, verdoso, casi trunco; corola de color púrpura, morada, con una mácula verdosa en el estandarte, con abundantes puntos y líneas translúcidas; lámina del estandarte 19-22 mm de ancho, oblata a oblonga, densamente canescente sericea adaxialmente, glabra abaxialmente, la uña

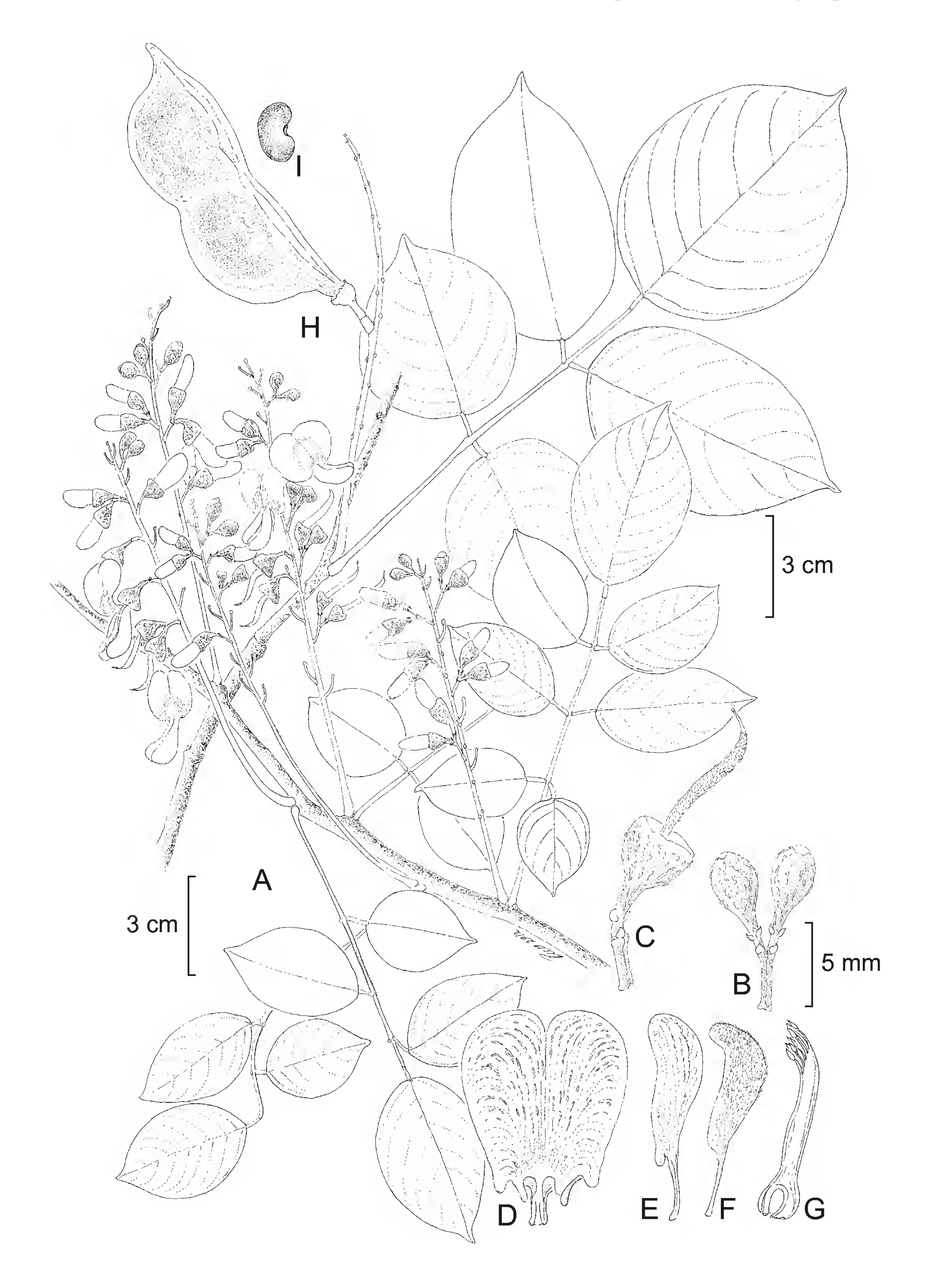


Fig. 10. *Lonchocarpus major* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. botones florales en la unidad biflora, mostrando pedúnculo floral, pedicelos con bractéolas; C. cáliz y gineceo; D. estandarte cara abaxial, mostrando a los lóbulos basales reflexos y los callos basales; E. ala; F. pétalo de la quilla; G. tubo estaminal; H. infrutescencia mostrando al fruto y el cáliz persistente; I. semilla. (A-G del holotipo de *A. Delgado 2716*, MEXU, H-I de *J.C. Soto 2861*, MEXU).

3-4 mm de largo, robusta, lobulada, los lóbulos reflexos y angostados; pétalos de la quilla patentes en dirección hacia el estandarte en el ápice; ovario 6-8-ovulado. Legumbre 11.5-12 cm de largo, 3.8-4.5 cm de ancho, anchamente elíptica a oblonga, indehiscente, aplanada, leñosa, resinosa, glabra, largamente atenuada en la base con el cáliz persistente, cortamente rostrada en el ápice, los márgenes aquillados, semillas 1-2 por fruto, ca. 21 mm de largo, ca. 10.5 mm de ancho, ca 6.5 mm de grosor, aplanadas, reniformes, cubiertas por resina del endocarpo que al secarse produce un color castaño lustroso.

Distribución, hábitat, fenología. Crece en México en el estado de Michoacán (de esperarse en Colima) en las estribaciones hacia el Pacifico en la Sierra Madre del Sur, en altitudes entre 450 y 500 m; en vegetación de selvas medianas subcaducifolias a subperennifolias, en barrancas, sobre suelos rocosos a arenosos derivados de substrato metamórfico. Floración de mediados de octubre, fructificación a finales de marzo.

Etimología. De la sección *Punctati*, esta especie es una de las que tiene las flores más grandes.

Material adicional examinado. MÉXICO. Michoacán: municipio de Aquila, a 3 km de Aquila, 30 Mar 1981 (fr.), *J.C. Soto N. 2861 y R. Torres C.* (ENCB, MEXU).

Comentarios taxonómicos. *Lonchocarpus major* pertenece a un complejo de especies con semillas más o menos aplanadas a cilíndricas, cuya testa es lisa y brillante (barnizada por exudado del endocarpo). Dentro de este grupo, se diferencia de *L. brachyanthus* M. Sousa por varios caracteres (ya apuntados en la diagnosis latina); de *L. chiricanus* Pittier, especie endémica de las islas del Pacífico de Panamá, se distingue de acuerdo con los rasgos indicados en la clave.

Lonchocarpus monticola M. Sousa, Ann. Missouri Bot. Gard. 73: 726 "1986", 1987. Tipo: Nicaragua, Estelí, Cerro Tisey, a 8 km al SE de Estelí, 5 Nov 1981 (fr.), *O. Téllez 4842 y P.P. Moreno* (holotipo: MEXU!; isotipos: MEXU!, MO!). Fig. 11.

Arbustos a arbolitos hasta 5 m de alto; corteza interior sin o con escaso fluido resinoso rojizo al corte; ramas esparcidamente seríceas, pronto glabras. Hojas con arreglo marcadamente dístico en el tallo; estípulas 0.8-1 mm de largo, orbiculares a oblatas, pronto caducas; pecíolo 1.6-2.5 cm de largo, con un canalículo adaxial; hojas 5-folioladas; folíolos (1.5-) 2.5-5 (-7.5) cm de largo, (1-) 2-3 (-3.5) cm de ancho, elíp-

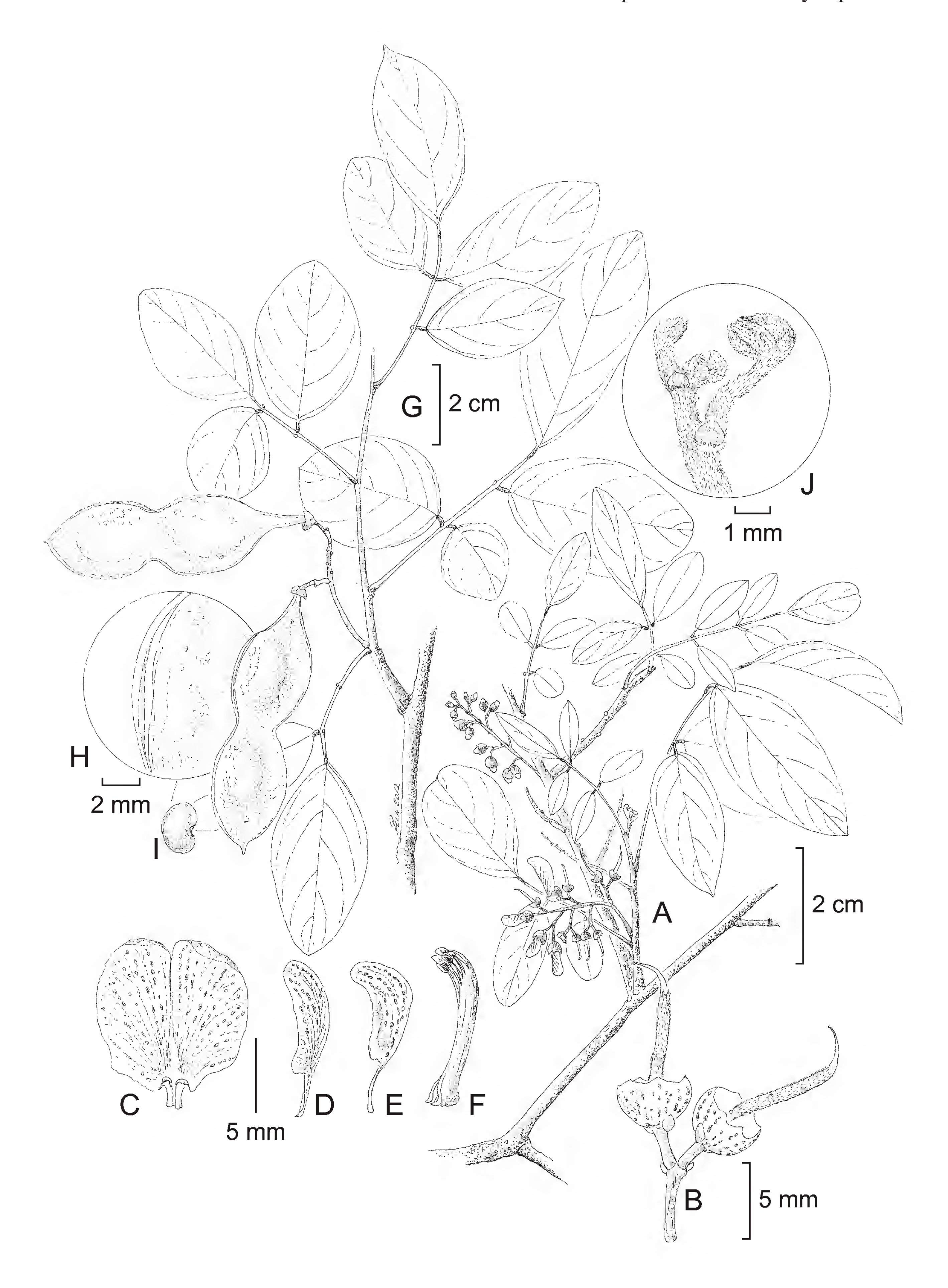


Fig. 11. *Lonchocarpus monticola* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. unidad biflora, mostrando pedúnculo floral, pedicelos, brácteas y bractéolas, cáliz y gineceo; C. estandarte cara abaxial; D. ala; E. pétalo de la quilla; F. tubo estaminal; G. rama con hojas e infrutescencia; H. fruto margen vexilar; I. semilla; J. brote vegetativo, mostrando las estípulas. (A-F de *P.P. Moreno 8728*, MEXU, H-I del tipo de *O. Téllez 4842*, MEXU, J de *P.P. Moreno 8728*, MEXU).

ticos, ovados a obovados, el ápice obtuso a acuminado, opacos y de esparcidamente canescente seríceos a pronto glabros en el haz, en el envés seríceos a glabrescentes, papilosos, cartáceos, pelúcido punteados; nervadura primaria y secundarias realzadas en el envés, nervaduras secundarias 4-6 pares. Inflorescencias 2-3 cm de largo, brevipedunculadas, laxas; floración tardía; pedúnculos florales 4-6 mm de largo; pedicelos 2-3 mm de largo, bractéolas 0.7-0.9 mm largo, oblongas, opuestas en el ápice del pedicelo. Flores ca. 10 mm de largo; cáliz ca. 3 mm de largo, pelúcido punteado, esparcidamente canescente seríceo, más densamente en el margen, casi trunco; corola azul (*Moreno 8728*), con abundantes líneas y puntos translúcidos entre las nervaduras de los pétalos, lámina del estandarte ca. 10 mm de ancho, cóncava, orbicular, casi glabra pero serícea en la base; ovario 6-ovulado. Legumbre 4-10.5 cm de largo, 1.8-2.2 cm de ancho, elíptica a lanceolada, indehiscente, aplanada, atenuada pero sin formar estípite en la base, rostrada, lateralmente comprimida, constricta entre las semillas sobre los márgenes, subcoriácea, glabra, el margen vexilar canaliculado a aplanado a todo lo largo, hasta 1.5 mm de grosor, el margen carinal angostamente aquillado; semillas 1-3, 13-14 mm de largo, ca. 9 mm de ancho, ca. 3.1 mm de grosor, color castaño.

Especie endémica de Nicaragua, solo conocida del área montañosa de Estelí.

Material adicional examinado representativo. NICARAGUA. Estelí: a 4 km de la carretera Panamericana, camino a San Nicolás, 12°59' N, 86°21' O, 26 May 1981, *P. Moreno 8728 y J. Henrich* (MEXU, MO); 1 km al N de San José de La Laguna, 12°58' N, 86°20' O, 24 Jun 1982, *P.P. Moreno 16763* (MEXU, MO); San José de La Laguna, a 9 km de la carretera Panamericana, camino a San Nicolás, 12°57' N, 86°20' O, 22 May 1983, *P.P. Moreno 21362* (MEXU, MO).

Comentarios taxonómicos. Cuando se describió a *Lonchocarpus monticola* M. Sousa (Sousa, “1986”, 1987), se incluyó la población del Cañón del Sumidero, Chiapas, México (aquí descrita como *L. sumiderensis* M. Sousa) como coespecífica de la de Nicaragua, pero se desconocían sus frutos. De hecho *L. monticola* se correlaciona más apropiadamente con *L. michelianus* Pittier, con la cual comparte la disposición de las bractéolas en el ápice del pedicelo y base del cáliz.

Lonchocarpus sumiderensis M. Sousa, **sp. nov.** Tipo. México, Chiapas, arriba del Cañón del Sumidero, al final del camino que va al mirador que está en la parte más alta del cañón, 9 Jul 1988 (fl.), *M.A. Magaña 2030* (holotipo: MEXU!; isotipos: MEXU!, UJAT!). Fig. 12.

Lonchocarpus sumiderensis M. Sousa, *Lonchocarpo linaresii* M. Sousa similis sed foliis 5-7-foliolatis; foliolis usque ad 3.7 cm latis, plerumque anguste ellipticis vel ellipticis; apice acuminato vel longe acuminato, chartaceis (vs. foliis (3) 5-foliolatis; foliolis usque ad 5.7 cm latis, plerumque ovatis vel fere orbicularibus, apice breviter acuminato vel apiculato, subcoriaceis); floribus 11-12 mm longis; vexillo 9-10 mm lato (vs. floribus 14-16 mm longis, vexillo 12-13 mm lato) differt.

Arbustos de 2 m a arbolitos hasta 5 m de alto, caducifolios; corteza sin fluido resinoso al corte; ramas canescente tomentosas, posteriormente en forma esparcida a glabrescentes. Hojas con arreglo dístico a marcadamente dístico en el tallo; estípulas ca. 1 mm de largo, ca. 1.1 mm de ancho, escariosas, pronto caducas; pecíolo 2.2-4 cm de largo, canaliculado; hojas 5-7 (-9)-folioladas; folíolos (3.5-) 4.5-6.5 (-7.5) cm de largo, (1.2-) 1.6-3.7 cm de ancho, angostamente elípticos a elípticos, en ocasiones anchamente elípticos, lanceolados, cartáceos, pelúcido punteados, ligeramente discoloros, la base cuneada, el ápice acuminado a largamente acuminado, rara vez redondeado, el haz opaco, glabrescente a glabro, el envés canescente tomentoso, posteriormente glabrescente, papiloso; nervadura primaria y secundarias ligeramente realzadas en el envés, nervaduras secundarias 8-10 pares. Inflorescencias (3.5-) 8-11 cm de largo, simples, axilares, erectas, moderadamente densifloras, pedunculadas; floración tardía; pedúnculos florales 2-3 (-4) mm de largo, delgados; pedicelos 3-4 mm de largo; bractéolas 0.4-0.5 mm de largo, ovadas, con el ápice agudo, escariosas, opuestas a subopuestas ubicadas del 1/5 inferior al 1/2 del pedicelo. Botones florales elipsoidales. Flores (9-) 10-12 mm de largo; cáliz 2.5-3.5 mm de largo, ciatiforme, esparcidamente canescente seríceo, con un fondo oscuro, densamente pelúcido linear-punteado, casi trunco; corola morada, de color púrpura, moderadamente provista de líneas y puntos translúcidos; lámina del estandarte 9-10 mm de ancho, esparcidamente punteada, adaxialmente canescente serícea en la base-centro a lo largo de las nervaduras, abaxialmente glabra; ovario 5-6- ovulado. Legumbre 3.5-4 cm de largo con una semilla, 5.5-6.5 cm de largo con dos semillas, 1.9-2.2 cm de ancho, elíptica a oblonga, indehiscente, aplanada, coriácea, las valvas lisas a la altura de las semillas, constricta entre las semillas sobre los márgenes, glabra, largamente atenuada en la base por aborción de una semilla, obtusa a rostrada en el ápice, el margen vexilar alado, el ala hasta 0.5 mm de ancho, el margen carinal aquillado; semillas (inmaduras) 1-2 (-3) por fruto.

Distribución, hábitat, fenología. Crece en México en el estado de Chiapas, en el Cañón del Sumidero de la cuenca baja del Río Grijalva; en vegetación de selvas subperennifolias asociada a *Ficus* y *Urera,* en altitudes de (800-) 1100-1350 m; en

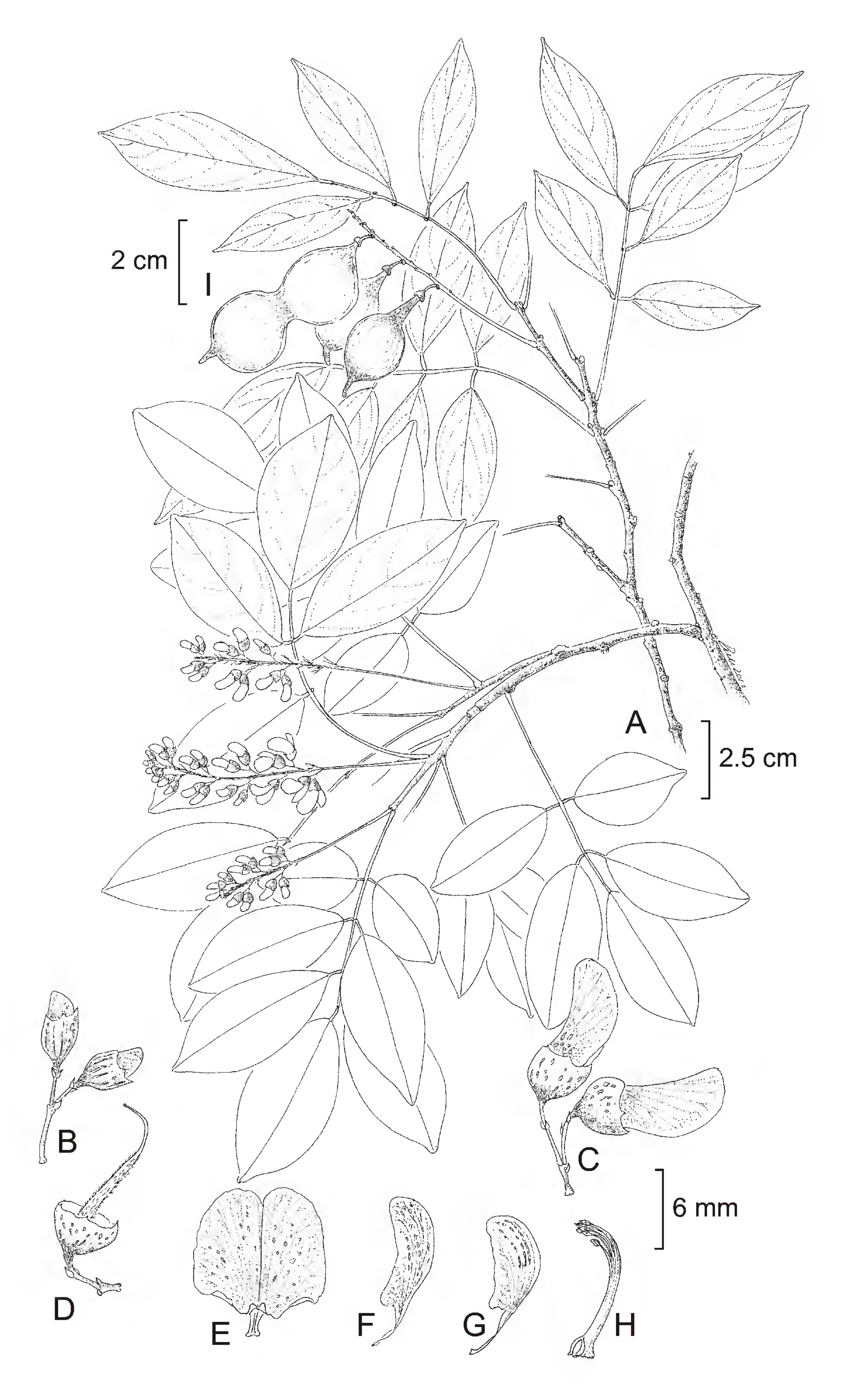


Fig. 12. *Lonchocarpus sumiderensis* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencia; B. unidad biflora, mostrando botones, pedúnculo floral, pedicelos, brácteas y bractéolas; C. unidad biflora, mostrando flores ya desarrolladas; D. cáliz y androceo; E. estandarte cara abaxial; F. ala; G. pétalo de la quilla; H. tubo estaminal; I. rama con hojas e infrutescencias. (A-H del holotipo, *P. Magaña 2030*, MEXU, I de *E. Martínez 42529*, MEXU).

áreas rocosas. Floración de principios de julio a mediados de agosto; fructificación a mediados de agosto.

Etimología. El nombre se refiere a El Cañón del Sumidero, Chiapas, de donde esta especie es endémica.

Material adicional examinado: MÉXICO. Chiapas: municipio Tuxtla Gutiérrez, El Sumidero, 22 km N of Tuxtla Gutiérrez, 2 Jul 1965, *D.E. Breedlove 10664* (F, MICH); Parque Nacional Cañón del Sumidero alrededor de La Coyota, 10 Sept 2011, *F. Hernández N. 3359* (MEXU); Parque Nacional Cañón de El Sumidero, Mirador La Atalaya, 16°49'44" N, 93°05'42" O, 8 Jul 2011, *N. Martínez M. 2990, 3009 y M. Martínez M.* (MEXU); a 2.87 km, al E del Mirador Los Chapa, 16°49'55.6" N, 93°04'43" O, 18 Ago 2011, *E. Martínez S. 42525, 42526, 42527, 42528, 42529, 42530* (MEXU).

Comentarios taxonómicos. *Lonchocarpus sumiderensis* es cercana a *L. linaresii* M. Sousa, pues comparte el número de nervaduras secundarias en los folíolos, en la disposición de las bractéolas alejadas del cáliz, en flores moradas a casi azulosas, en la legumbre indehiscente, aplanada, coriácea, con las valvas lisas, glabras, y con el margen vexilar brevemente alado a marginado. Difiere en los caracteres dados en la diagnosis latina.

Lonchocarpus tenorioi M. Sousa, **sp. nov.** Tipo: México, Michoacán, municipio Aquila, 6 km al SE de Cachán, o a 21 km antes de llegar a Tizupa, carretera 200 Tecomán - Playa Azul, 18°14' N, 103°13' O, 150 m, 20 Nov 1997 (fl. y fr.), *P. Tenorio L. 19628 y G. Flores F.* (holotipo: MEXU!; isotipo: MEXU!). Fig. 13.

Lonchocarpus tenorioi M. Sousa, *Lonchocarpo vallicola* (Standl. et F.J. Herm.) M. Sousa similis a quo foliolorum nervis secundariis 10-12 paribus (vs. 6-8 paribus), pedunculis floralibus 8-12 mm longis (vs. (2-) 3-7 mm longis), vexillo ca. 12 mm lato (vs. 9-10.5 mm lato); ovario 4 (-5)-ovulato (vs. 8-9-ovulato); legumine 2.9-3.2 cm lato, late elliptico (vs. 1.5-2.5 cm lato, elliptico, oblongo vel lineari-oblongo), margine vexillari fructus alato, ala 2-3 mm lata (vs. margine vexillari fructus nervato non alato) differt.

Arbustos a arbolitos 2-4 m de alto, caducifolios; corteza sin fluido resinoso al corte; ramas glabrescentes, pronto glabras. Hojas con arreglo dístico en el tallo; estí-

pulas ca. 0.8 mm de largo, ca. 1.1 mm de ancho, oblatas, ciliadas con pelos canescentes, pronto caducas; pecíolo 2.6-4.2 cm de largo, acostillado con un canalículo abaxial poco marcado; hojas 5-folioladas, folíolos 4.7-7.5 (-8.2) cm de largo, 2.6-3.8 (-4.9) cm de ancho, elípticos a ovados, cartáceos, translúcido punteados de color anaranjado, ligeramente discoloros, la base algo asimétrica, redondeada a cuneada, los márgenes aplanados en las hojas maduras, el ápice obtuso a cortamente acuminado, en ocasiones redondeado, el haz algo brillante a opaco, glabro, el envés glabro, pero papiloso, con las nervaduras rojizas en los folíolos inmaduros; nervaduras primaria y secundarias ligeramente realzadas en el envés, nervaduras secundarias 10-12 pares. Inflorescencias 4.5-11.5 cm de largo, erectas, paucifloras, las flores muy espaciadas, floración tardía; pedúnculo 5-7.5 cm de largo; pedúnculos florales 8-12 mm de largo, esbeltos; pedicelos 6-10 mm de largo; bractéolas 0.3-0.4 mm de largo, ovadas, escariosas, opuestas a subopuestas, lejanas de la base del cáliz, ubicadas del 1/3 al 1/5 superior del pedicelo. Botones florales elipsoidales. Flores 12-13 mm de largo; cáliz 4-5 mm de largo, ciatiforme, densamente pelúcido linear y punteado, glabro, ciliado fundamentalmente en los minúsculos lobos del cáliz, el lóbulo carinal tan reducido como los otros; corola de color púrpura, rojizo a marrón, con abundantes líneas y puntos translúcidos; lámina del estandarte ca. 12 mm de ancho, suborbicular, algo cóncava, adaxialmente canescente a pardo-amarillento serícea en el sector central de la base, en otras partes glabra, abaxialmente glabra; ovario 4 (-5)-ovulado. Legumbre (inmadura) 5-6.3 cm de largo, 2.9-3.2 cm de ancho, anchamente elíptica, aplanada, cartácea a subcoriácea, aparentemente no resinosa, glabra, abruptamente atenuada en la base formando un estípite de 6-9 mm de largo, con el cáliz persistente, rostrada en el ápice, el margen vexilar alado, el ala 2-3 mm de ancho, el margen carinal aquillado; semillas (inmaduras) 1 (-2) por fruto.

Distribución, hábitat, fenología. Especie de la planicie costera del Pacífico de Michoacán y Guerrero y cuenca media del Balsas, México. En selvas bajas caducifolias, asociada a *Erythroxylum mexicanum* Kunth, *Lonchocarpus*, *Exostema*, *Bauhinia* y *Hyperbaena ilicifolia* Standl. Sobre suelos someros, pedregosos de laderas montañosas. En altitudes entre 0 y 572 m. La floración se presenta de finales de junio a finales de noviembre; la fructificación (aun con frutos inmaduros) a finales de noviembre.

Etimología. Se dedica esta especie a Pedro Tenorio Lezama (1954-), explorador de la flora de México, quien ha realizado alrededor de 25000 colectas, en especial en la Sierra Madre Occidental y en el área de Caltepec, Puebla; también ha colectado en la Sierra de las Minas, Guatemala. Además ha publicado trabajos iconográficos, floras ilustradas con fotografías tomadas durante sus expediciones botánicas.

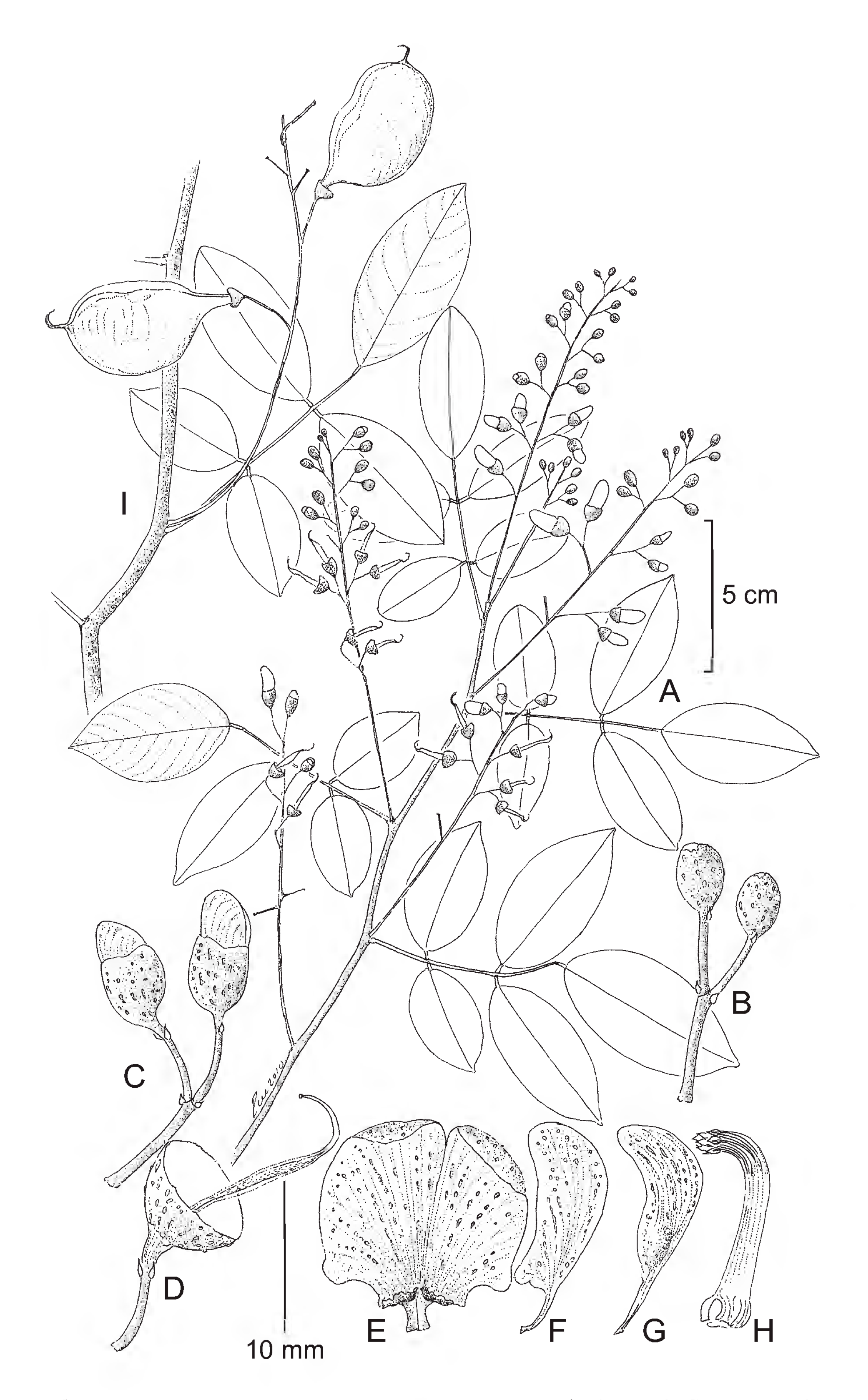


Fig. 13. *Lonchocarpus tenorioi* M. Sousa. A. rama con hojas e inflorescencias; B. unidad biflora, mostrando botones florales, pedúnculo floral, pedicelos, brácteas y bractéolas; C. unidad biflora con botones más desarrollados; D. cáliz y gineceo; E. estandarte cara abaxial; F. ala; G. pétalo de la quilla, H. tubo estaminal; I. rama con hojas e infrutescencia. (A-I del holotipo, *P. Tenorio 19629*, MEXU).

Material adicional examinado. MÉXICO. Guerrero: camino de terracería a Corral Falso, 4 km al N de La Unión, 21 Dic 1995, *E. Guízar N. 3508 y L. Pimentel B.* (IEB, MEXU); municipio La Unión, 18 km al N de La Unión, por la terracería a Coahuayutla de Guerrero, 13 Nov 1983, *S.D. Koch 83124 y P.A. Fryxell* (NY); municipio Tecpan de Galeana, Punta Vicente Guerrero, 10 Oct 2003, *A. Rodríguez A. 52* (MEXU); Los Cimientos, aprox. 16.5 km al NO de Placeres del Oro y 12.5 km al NE del Puerto del Oro, camino Placeres del Oro - Guayameo, 18°16'02" N, 101°05'27.5" O, 23 Jun 2013, *J.C. Soto N. 20552* (MEXU). Michoacán: 3.7 mi SE bridge at La Placita and 3.6 mi from Río Ostuta, 15 Oct 1978, *T.F. Daniel 1142* (MICH); municipio Aquila, 7 km al E de Río Cachan, carr. Tecomán - Playa Azul, 26 Sept 1983, *E.J. Lott 1479, E. Martínez S. y A. Solís Magallanes* (MEXU); 6 km antes de llegar a la desviación a Ostuta, 18°29' N, 103°34' O, 20 Nov 1997, *P. Tenorio L. 19626* (MEXU).

Comentarios taxonómicos. *Lonchocarpus tenorioi* tiene morfológicamente su símil en *L. vallicola* (Standl. et F.J. Herm.) M. Sousa, especie endémica de Honduras; ambas tienden a ser glabras a glabrescentes en sus partes vegetativas y tienen tintes anaranjados a rojizos en las puntuaciones de los folíolos en *L. tenorioi* y en *L. vallicola* en las nervaduras foliolares; las dos especies tienen las inflorescencias paucifloras con las flores espaciadas, con pedúnculos florales y pedicelos largos y delgados. Sus diferencias se detallan en la diagnosis latina.

Caracteres en la sect. *Punctati*, que aparecen esporádicamente y se encuentran también en otras secciones o grupos de *Lonchocarpus* o en otros géneros de leguminosas cercanos o distantes:

1. En *Lonchocarpus michelianus* Pittier y *L. monticola* M. Sousa, las bractéolas están en la base del cáliz o ápice de los pedicelos como también ocurre en las secciones *Standleyi* y *Lonchocarpus*.
2. *Lonchocarpus gyroides* M. Sousa et R. Cruz, *L. longistylus* Pittier y *L. berriozabalensis* Miranda ex M. Sousa presentan, en la cara abaxial del estandarte, una área pelosa sobre las nervaduras en la base de la lámina, carácter presente frecuentemente en la sect. *Lonchocarpus*.
3. En *Lonchocarpus gyroides* M. Sousa la dehiscencia del fruto, por el margen vexilar da un giro en las valvas de 90° sin enrollamiento en espiral, quedando las valvas horizontales en el mismo plano; este tipo de dehiscencia se presenta en otros grupos de Leguminosae como en el género *Neptunia*.

4. En *Lonchocarpus kerberi* Harms y su especie cercana, *L. angusticarpus* M. Sousa se presenta un arilo en las semillas, carácter únicamente conocido en este grupo para el género *Lonchocarpus*.
5. En *Lonchocarpus benthamianus* Pittier, el estilo está cubierto por tricomas canescentes en forma de una brocha; carácter presente en las especies "barbistiladas" de *Tephrosia* (Wood, 1949).
6. En el complejo *Lonchocarpus glaucifolius* Urb. (incluyendo a *L. longipes* Urb. y *L. adamsii* M. Sousa) se presentan dos tipos de brotes en los tallos, los largos primordios herbáceos y los cortos posteriores lignificados. En los largos la disposición de las hojas es dística y en los cortos helicoidal. También en la lámina del estandarte, cara abaxial, se presentan dos pliegues paralelos verticales que forman un canalículo que se prolonga a la uña, sin callos horizontales; estos caracteres se encuentran presentes en el complejo *Oaxacensis* y en el género *Muellera*.
7. En el complejo de *Lonchocarpus cochleatus* Pittier, incluyendo a *L. brachyanthus* M. Sousa, *L. cochleatus* Pittier, *L. chiricanus* Pittier, *L. crassicalyx* M. Sousa, *L. cristatus* M. Sousa, *L. longipedicellatus* Pittier y *L. major* M. Sousa, se encuentran semillas cuya testa está cubierta por resina, generalmente de color castaño oscuro, exudada por el endocarpo del fruto en maduración, que al secarse les da un brillo intenso. Las plántulas (aun no conocidas en *L. brachyanthus, L. chiricanus* Pittier y *L. cristatus* M. Sousa) tienen cotiledones hipogeos y eófilos opuestos, 3-foliolados.El mismo tipo de cubierta resinosa de las semillas se conoce del grupo de las Antillas Mayores: *L. glaucifolius* Urb. (solo en esta confirmado), *L. longipes* Urb. y *L. adamsii* M. Sousa.
8. En el grupo de *Lonchocarpus longipedicellatus* Pittier (incluyendo a *L. crassicalyx* M. Sousa y *L. cristatus* M. Sousa) las semillas son cilíndricas y las plántulas (no conocidas en *L. cristatus* M. Sousa), tienen los cotiledones hipogeos y los eófilos opuestos, 3-foliolados.

ANÁLISIS FILOGENÉTICO DE LA SECCIÓN

Estudio molecular

Para la realización del análisis de secuencias de ADN se emplearon 63 muestras que representan 25 especies (de las 29 conocidas) de la sección *Punctati*, así como al menos dos componentes de cada uno de los demás grupos del género *Lon-*

chocarpus, depositadas en su mayoría en el herbario MEXU, siguiendo las definiciones de Sousa. Además, para fines comparativos se incluyeron materiales de los siguientes géneros americanos de Leguminosae-Papilionoideae: *Dahlstedtia*, *Deguelia*, *Hesperothamnus*, *Muellera* y *Piscidia* (Cuadro 1).

El ADN genómico se extrajo a partir de 0.1-0.3 g de folíolos de material de herbario depositado en MEXU mediante el método 2X CTAB (Doyle y Doyle, 1987). La región de los ITS (ITS1-5.85-ITS2) del ADN total fue amplificada empleando Abgene mastermix y los oligonucleótidos AB101 y AB102 (Sun et al., 1994); en algunos casos fueron necesarios los oligonucleótidos ITS2 e ITS3. El proceso se llevó a cabo utilizando el siguiente programa: desnaturalización a 94 °C por un minuto, empalme de oligos a 52-54 °C durante dos minutos, extensión a 72 °C por un minuto, durante 30-33 ciclos. El producto amplificado fue purificado con ayuda de columnas Millipore y secuenciado en un secuenciador automático ABI 3100, siguiendo los protocolos de la compañía fabricante (Applied Biosystems Inc.).

Se empleó el programa CLC DNA workbench ver 6.5 (CLCbio www.clcbio.com) para editar y ensamblar las cadenas complementarias del amplificado. Posteriormente, los alineamientos se realizaron con el programa MAFFT (Katoh et al., 2002) y revisados visualmente siguiendo los criterios de Kelchner (2000) en el programa Phyde® (Müller et al., 2005). Las inserciones y deleciones de nucleótidos (indels) se contaron como datos faltantes y por lo tanto no contribuyeron al análisis.

Análisis de inferencia bayesiana

El análisis de inferencia bayesiana se realizó con el total de la región alineada. El mejor modelo de sustitución de nucleótidos se determinó con ayuda del programa jModelTest2 (Darriba et al., 2012), el cual a su vez delega el cálculo de verosimilitud (Likelihood) al programa PhyML (Guindon et al., 2010). En total se probaron 11 esquemas de sustitución, en 88 modelos, eligiendo el óptimo con base en el índice AIC (Akaike Information Criterion).

Se recurrió al programa MrBayes (Huelsenbeck y Ronquist, 2001) para realizar un remuestreo de Monte Carlo vía cadenas de Markov, iniciando con un árbol cuya topología fue elegida al azar. El método de Monte Carlo se ejecutó en 10^7 generaciones, tomando una muestra de los datos en cada 1000 de ellos. La correcta convergencia de los datos se verificó al comprobar que al final de la ejecución el promedio de la desviación estándar de la frecuencia de bifurcación (split frequency) fuera menor a 0.01; del mismo modo, con ayuda del programa Tracer (Rambaut y Drummond, 2007) se inspeccionó visualmente el gráfico de número de generación vs. logaritmo de la probabilidad, para confirmar que se ha alcanzado la fase estacionaria. Se descartó el pri-

Cuadro 1. Especies de *Lonchocarpus* y de grupos afines principalmente en América empleadas en el estudio filogenético. Todas los ejemplares se encuentran depositadas en MEXU.

Especie	Sección	Localidad	Ejemplar de respaldo	Número de Genbank
Lonchocarpus acuminatus (Schldl.) M. Sousa	*Punctati*	México, Chiapas	A. Reyes-García 6829	KJ411652
Lonchocarpus angusticarpus M. Sousa	*Punctati*	México, Chiapas	E. Martínez S. 31214	KJ411653
Lonchocarpus benthamianus Pittier	*Punctati*	Dominica	R.L. Wilbur et al. 7603	KJ411654
Lonchocarpus berriozabalensis M. Sousa	*Punctati*	México, Chiapas	J. Calónico 25566	KJ411655
Lonchocarpus brachyanthus M. Sousa	*Punctati*	México, Michoacán, costa	R. Torres C. 16840	KJ411656
Lonchocarpus chiricanus Pittier	*Punctati*	Panamá	J.D. Dwyer 1561	KJ411657
Lonchocarpus cochleatus Pittier	*Punctati*	México, Guerrero	G.B. Hinton 14074	KJ411658
Lonchocarpus cochleatus Pittier	*Punctati*	México, Guerrero	J.C. Soto 20219	KJ411659
Lonchocarpus costaricensis (J.D. Smith) Pittier	*Obtusifolii*	Costa Rica	R. Espinoza et al. 243	KJ411660
Lonchocarpus crassicalyx M. Sousa	*Punctati*	México, Oaxaca	E. Martínez S. 41661	KJ411661
Lonchocarpus cristatus M. Sousa	*Punctati*	Honduras	R.M. Rivas 178	KJ411662
Lonchocarpus emarginatus Pittier	*Obtusifolii*	México, Oaxaca	C. Hughes 1344	KJ411663
Lonchocarpus epigaeus M. Sousa	Complejo *Oaxacensis*	México, Guerrero	M. Sousa 13279	KJ411664
Lonchocarpus eriocarinalis M. Micheli	*Obtusifolii*	México, Jalisco	A. Domínguez 789	KJ411665
Lonchocarpus galeottianus Harms	*Punctati*	México, Oaxaca	M. Sousa et al. 10515	KJ411666
Lonchocarpus glaucifolius Urb.	*Punctati*	Puerto Rico	F. Axelrod et al. 205	KJ411667
Lonchocarpus grandifoliolatus M. Sousa	*Punctati*	México, Oaxaca	M. Sousa et al. 10610	KJ411668
Lonchocarpus guatemalensis Benth. var. *megalanthus* (Pittier) F.J. Herm.	Complejo *Guatemalenses*	México, Sinaloa	P. Tenorio 19026	KJ411669

Cuadro 1. Continuación.

Especie	Sección	Localidad	Ejemplar de respaldo	Número de Genbank
Lonchocarpus gyroides M. Sousa et R. Cruz	*Punctati*	México, Guerrero	R. Cruz 4789	KJ411670
Lonchocarpus haberi M. Sousa	Complejo *Phaseolifolii*	Costa Rica	W. Haber 2957	KJ411671
Lonchocarpus heptaphyllus (Poir.) DC.	*Densiflori*	Panamá	T. Croat 13923	KJ411672
Lonchocarpus hermannii M. Sousa	*Willardia*	México, Sonora	Hu L 13	KJ411673
Lonchocarpus huetamoensis M. Sousa et J.C. Soto	Complejo *Oaxacensis*	México, Guerrero	A. Durán 59	KJ411674
Lonchocarpus hughesii M. Sousa	*Willardia*	Honduras	C. Hughes 1718	KJ411675
Lonchocarpus kerberi Harms	*Punctati*	México, Michoacán	E. Martínez S. y R. Medina 41616	KJ411676
Lonchocarpus linaresii M. Sousa	*Punctati*	Honduras	J.L. Linares 6257	KJ411677
Lonchocarpus longipedicellatus Pittier	*Punctati*	México, Guerrero	E. Martínez S. 40606	KJ411678
Lonchocarpus longipes Urb.	*Punctati*	República Dominicana	B. Pegueso y A. Vélez 526	KJ411679
Lonchocarpus longistylus Pittier	*Punctati*	México, Campeche	E. Martínez S. 31964	KJ411680
Lonchocarpus magallanesii M. Sousa	*Eriophylli*	México, Jalisco	A. Solís 366	KJ411681
Lonchocarpus major M. Sousa	*Punctati*	México, Michoacán	A. Delgado Salinas 2716	KJ411682
Lonchocarpus michelianus Pittier	*Punctati*	El Salvador	J.L. Linares 5983	KJ411683
Lonchocarpus michoacanicus M. Sousa	*Lonchocarpus*	México, Michoacán	J.C. Soto 15608	KJ411684
Lonchocarpus minimiflorus Donn. Sm.	*Standleyii*	Guatemala	C. Hughes 1223	KJ411685
Lonchocarpus monteviridis M. Sousa	*Densiflori*	Costa Rica	W. Haber 770	KJ411686
Lonchocarpus monticola M. Sousa	*Punctati*	Nicaragua	P.P. Moreno 16763	KJ411687

Cuadro 1. Continuación.

Especie	Sección	Localidad	Ejemplar de respaldo	Número de Genbank
Lonchocarpus morenoi M. Sousa	*Standleyii*	México, Chiapas	M. Sousa 13536	KJ411688
Lonchocarpus nicoyensis (Donn. Sm.) Pittier	*Punctati*	Costa Rica, Guanacaste	L.D. Vargas 4519	KJ411689
Lonchocarpus oaxacensis Pittier	Complejo *Oaxacensis*	México, Oaxaca	E. Martínez S. 41809	KJ411690
Lonchocarpus paucinervius M. Sousa	*Obtusifolii*	Guatemala	C. Lundell 19891	KJ411691
Lonchocarpus punctatus Kunth	*Punctati*	Colombia	A. Gentry et al. 47480	KJ411692
Lonchocarpus punctatus Kunth	*Punctati*	Brasil, Bahia	R.P. Belemy Pinheiro 2952	KJ411693
Lonchocarpus robustus Pittier	*Rovirosani*, sect. ined.	México, Veracruz	A. Campos 6212	KJ411694
Lonchocarpus rugosus Benth. subsp. *rugosus*	*Obtusifolii*	México, Campeche	E. Martínez S. 35467	KJ411695
Lonchocarpus rugosus subsp. *stipulaceus* M. Sousa	*Obtusifolii*	México, Veracruz	R. Acevedo R. 451	KJ411696
*Lonchocarpus santarosanus*Donn. Sm.	*Rovirosani*, sect. ined.	El Salvador	C. Hughes 1229	KJ411697
Lonchocarpus schubertiae M. Sousa	*Eriophylli*	México, Guerrero, La Garita	J.C. Soto 1656	KJ411698
Lonchocarpus semidesertii M. Sousa	Complejo *Phaseolifolii*	Honduras	J.J. Hellin y C. Hughes 5	KJ411699
Lonchocarpus sinaloensis (Gentry) F.J. Herm.	*Complejo Guatemalenses*	México, Jalisco	E. Martínez S. 40163	KJ411700
Lonchocarpus sumiderensis M. Sousa	*Punctati*	México, Chiapas	N. Martínez 2991	KJ411701
Lonchocarpus tenorioi M. Sousa	*Punctati*	México, Michoacán	P. Tenorio y G. Flores 19626	KJ411702
Lonchocarpus vallicola (Standl. et F.J. Herm.) M. Sousa	*Punctati*	Honduras	J.L. Linares 4528	KJ411703
Lonchocarpus vittatus M. Sousa	*Punctati*	México, Chiapas	D. Breedlove 52112	KJ411704
Lonchocarpus wendtii M. Sousa	*Lonchocarpus*	México, Veracruz	B. Vázquez 363	KJ411705

Cuadro 1. Continuación.

Especie	Sección	Localidad	Ejemplar de respaldo	Número de Genbank
Lonchocarpus yucatanensis Pittier	*Lonchocarpus*	México, Campeche	E. Martínez S. 37214	KJ411706
Dahlstedtia floribunda (Vogel) M.J. Silva et A.M.G. Azevedo	Grupo externo	Brasil	Hatschbach 41090	KJ411647
Dahlstedtia muehlbergiana (Hassl.) M.J. Silva et A.M.G. Azevedo	Grupo externo	Argentina	Tressens et al. 1992	KJ411648
Dahlstedtia pinnata (Benth.) Malme	Grupo externo	Brasil	M.J. Silva et al. 1717	KJ411649
Deguelia densiflora (Benth.) A.M.G. Azevedo ex M. Sousa	Grupo externo	Costa Rica	B. Hammel 19661	KJ411650
Deguelia pictus (Pittier) A.M.G. Azevedo	Grupo externo	Venezuela	R. Pursell 8629	KJ411651
Hesperothamnus ehrenbergii (Harms) Harms	Grupo externo	México, Hidalgo	E. Guizar 5187	KJ411645
Hesperothamnus pentaphyllus (Harms) Harms	Grupo externo	México, Puebla	P. Tenorio 20102	KJ411646
Muellera chocoensis M. Sousa	Grupo externo	Colombia	E. Forero y R. Jaramillo 4400	KJ411707
Muellera frutescens (Aubl.) Standl.	Grupo externo	Costa Rica, Guanacaste	U. Chavarria 614	KJ411708
Piscidia carthagenensis Jacq.	Grupo externo	México, Oaxaca	J. Rivera 2252	KJ411709
Piscidia mollis Rose	Grupo externo	México, Sonora	Hu L1117	KJ411710

mer 10% (burn-in) de los árboles encontrados, construyendo con el material restante el árbol filogenético de máxima credibilidad con anotación de las probabilidades posteriores. Las secuencias reveladas se depositaron en Genbank (KJ411645- KJ411710).

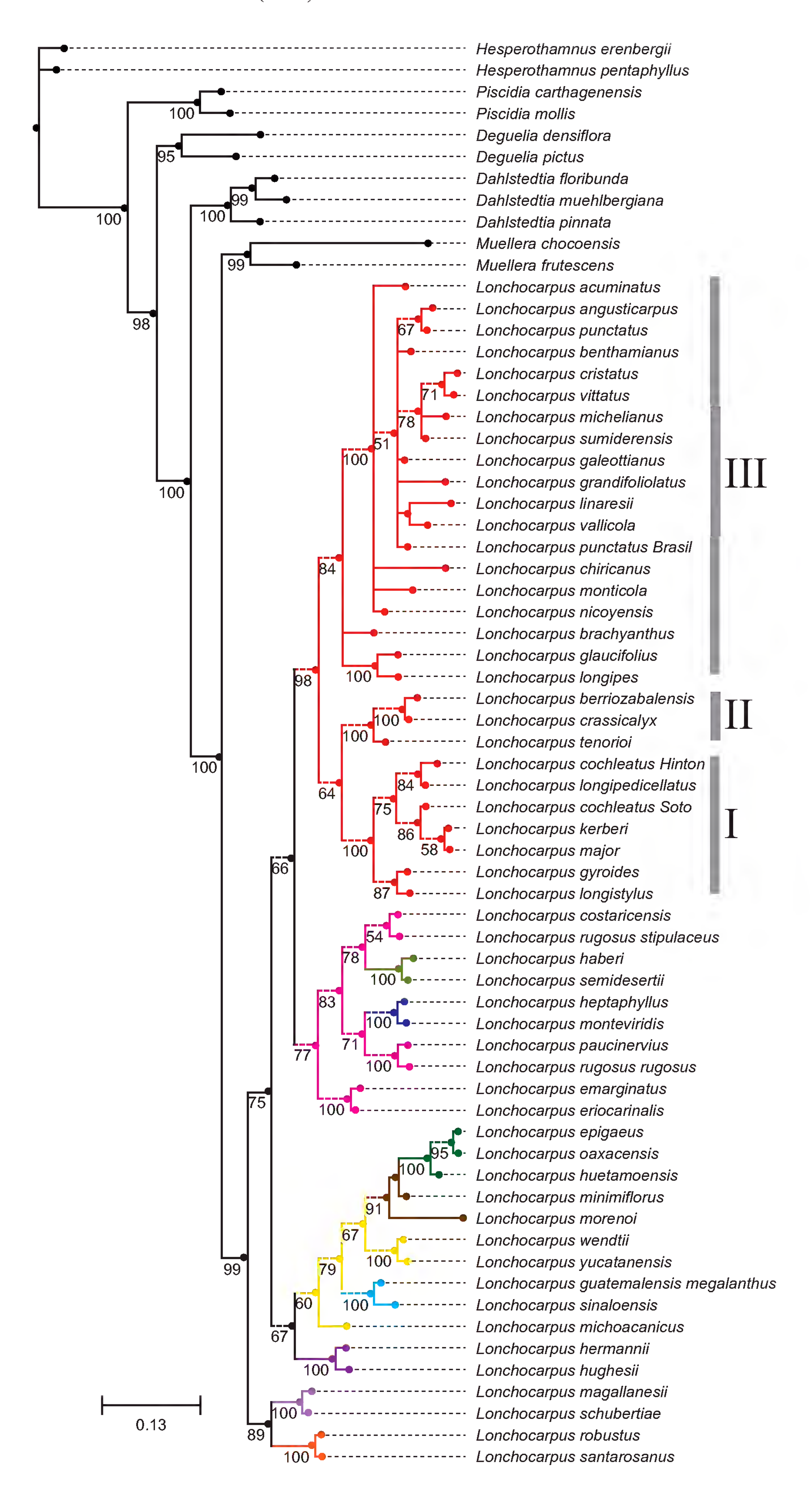
Análisis filogenético

En el análisis bayesiano el mejor modelo de sustitución de nucleótidos encontrado por jModelTest2 es GTR+I+G. El árbol filogenético correspondiente se muestra en la Figura 14 y de su estructura puede interpretarse la siguiente información.

La relación estrecha de los géneros *Lonchocarpus* y *Muellera* ratifica lo reportado por da Silva et al. (2012). Aunque en este trabajo el muestreo no fue exhaustivo a nivel de todas las secciones y grupos informales de *Lonchocarpus*, al menos las especies estudiadas confirman la monofilia de todos ellos. Al contrario de lo encontrado por da Silva et al. (2012), la sección *Punctati* forma un clado monofilético, con una probabilidad posterior de 98 en el análisis aquí realizado. Anteriormente, Sousa y Soto (1987) al describir nuevos taxa para la región del Río Balsas, apuntaron que *L. huetamoensis* es similar a las especies de la sección *Punctati,* aunque difiere en la carencia de áreas pelúcido punteadas en sus foliolos y órganos florales. En la misma publicación Sousa y Soto ubicaron a *L. epigaeus* como componente de la mencionada sección. La vinculación aquí encontrada coloca a ambas en el complejo *Oaxacensis*.

Dentro de la sección *Punctati* (Fig. 14) quedan definidos tres clados mayores. El clado I, con probabilidad posterior de 100 está conformado por *Lonchocarpus cochleatus*, *L. kerberi*, *L. major*, *L. longipedicellatus*, *L. gyroides* y *L. longistylus*. En varias de las especies de este clado (*L. cochleatus*, *L. major*, *L. longipedicellatus*), básicamente mexicanas, se ha encontrado que las plántulas son hipógeas y los eófilos son opuestos y 3-foliolados. El clado II con 100 de probabilidad posterior queda formado por las especies *L. berriozabalensis, L. crassicalyx* y *L. tenorioi*. Finalmente el clado III, con una probabilidad posterior de 84, se subdivide en dos conjuntos el primero contiene al mayor número de componentes incluyendo a *L. acuminatus*, *L. angusticarpus*, *L. punctatus*, *L. galeottianus*, *L. grandifoliolatus, L. benthamianus*, *L. chiricanus*, *L. cristatus*, *L. michelianus*, *L. sumiderensis*, *L. vittatus*, *L. linaresii*, *L. monticola*, *L. nicoyensis* y *L. vallicola* (100 probabilidad posterior). Las especies que forman este clado poseen generalmente plántulas con eófilos una vez foliolados y cotiledones epigeos a excepción de *L. acuminatus* cuyos cotiledones son hipógeos, y de *L. chiricanus* y *L. cristatus* que posiblemente tengan las plántulas hipógeas, con los eófilos opuestos 3-foliolados. El segundo grupo dentro del clado III comprende tres especies todas con semillas cubiertas por resina del endocarpo que les da un color castaño oscuro brillante. Así *L. brachyanthus* queda ubicado hacia la base con una politomía, a su vez *L. glaucifolius* (100) y *L. longipes* se definen como especies hermanas.

Las relaciones de afinidades morfológicas propuestas por Sousa (2009a) y en esta publicación) no se cumplen mayoritariamente, aunque algunos de sus grupos fenéticos si forman parte del mismo clado como por ejemplo *L. benthamianus-L. punctatus* así como *L. galeottianus-L. grandifoliolatus-L. vittatus* en el grupo III.


Hesperothamnus erenbergii
Hesperothamnus pentaphyllus
Piscidia carthagenensis
Piscidia mollis
Deguelia densiflora
Deguelia pictus
Dahlstedtia floribunda
Dahlstedtia muehlbergiana
Dahlstedtia pinnata
Muellera chocoensis
Muellera frutescens
Lonchocarpus acuminatus
Lonchocarpus angusticarpus
Lonchocarpus punctatus
Lonchocarpus benthamianus
Lonchocarpus cristatus
Lonchocarpus vittatus
Lonchocarpus michelianus
Lonchocarpus sumiderensis
Lonchocarpus galeottianus
Lonchocarpus grandifoliolatus
Lonchocarpus linaresii
Lonchocarpus vallicola
Lonchocarpus punctatus Brasil
Lonchocarpus chiricanus
Lonchocarpus monticola
Lonchocarpus nicoyensis
Lonchocarpus brachyanthus
Lonchocarpus glaucifolius
Lonchocarpus longipes
Lonchocarpus berriozabalensis
Lonchocarpus crassicalyx
Lonchocarpus tenorioi
Lonchocarpus cochleatus Hinton
Lonchocarpus longipedicellatus
Lonchocarpus cochleatus Soto
Lonchocarpus kerberi
Lonchocarpus major
Lonchocarpus gyroides
Lonchocarpus longistylus
Lonchocarpus costaricensis
Lonchocarpus rugosus stipulaceus
Lonchocarpus haberi
Lonchocarpus semidesertii
Lonchocarpus heptaphyllus
Lonchocarpus monteviridis
Lonchocarpus paucinervius
Lonchocarpus rugosus rugosus
Lonchocarpus emarginatus
Lonchocarpus eriocarinalis
Lonchocarpus epigaeus
Lonchocarpus oaxacensis
Lonchocarpus huetamoensis
Lonchocarpus minimiflorus
Lonchocarpus morenoi
Lonchocarpus wendtii
Lonchocarpus yucatanensis
Lonchocarpus guatemalensis megalanthus
Lonchocarpus sinaloensis
Lonchocarpus michoacanicus
Lonchocarpus hermannii
Lonchocarpus hughesii
Lonchocarpus magallanesii
Lonchocarpus schubertiae
Lonchocarpus robustus
Lonchocarpus santarosanus
III
II
I
0.13

AGRADECIMIENTOS

A Omar González Zorzano y Fernado Chiang C. por la traducción de las diagnosis al latín. A Gloria Andrade M., por su decidido apoyo en la organización del texto y adecuación al formato. A Ramiro Cruz por sus espléndidas ilustraciones botánicas. A José Carmen Soto N. y Esteban Martínez Salas por haber contribuido con sus observaciones y colectas al esclarecimiento de especies mal conocidas. A Samuel Aguilar Ogarrio por el apoyo técnico en ilustraciones y textos. Por proporcionar, en visitas o en préstamos, el material para este trabajo, a los curadores de los siguientes herbarios: BM, DUKE, ENCB, F, FCM, GH, IEB, IJ, K, LL, M, MEXU, MICH, MO, NY, P, POM, UJAT, US. Se agradece asimismo la ayuda técnica de Laura Márquez en el secuenciador del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. El trabajo molecular fue posible gracias al apoyo económico parcial de la Universidad Nacional Autónoma de México, mediante el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (UNAM-DGAPA, PAPIIT IN222109). Al Comité Editorial de Acta Botanica Mexicana: Rosa Maria Murillo, Jerzy Rzedowski y Marie-Stéphanie Samain.

LITERATURA CITADA

Alavez-Solano, D. E. 2010. Estudio quimiotaxonómico del género *Lonchocarpus* y actividad biológica de los metabolitos aislados. Tesis de Doctorado, Posgrado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 132 pp.

Bentham, G. 1860. Synopsis of Dalbergieae, a tribe of Leguminosae. J. Linn. Soc. Bot. 4 (Supplement): 1-128.

Darriba, D., G. L. Taboada, R. Doallo y D. Posada. 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. Nat. Meth. 9(8): 772.

Fig. 14. Árbol filogenético generado para la sección *Punctati* de *Lonchocarpus,* incluyendo representantes de las demás secciones y grupos reconocidos del género. Los colores indican la sección o grupo a la que pertenecen las especies. Complejo *Guatemalenses*: azul cielo; Complejo *Oaxacensis*: verde oscuro; Complejo *Phaseolifolii*: verde claro; Sección *Eriophylli*: lila; Sección *Densiflori*: azul oscuro; Sección *Lonchocarpus*: amarillo; Sección *Obtusifolii*: rosa; Sección *Punctati*: rojo; Sección *Standleyii*: café; Sección ined. *Rovirosani*: anaranjado y Sección *Willardia*: morado.

da Silva, M. J., L. P. de Queiroz, A. M. G. de Azevedo Tozzi, G. Lewis y A. Pereira de Sousa. 2012. Phylogeny and biogeography of *Lonchocarpus* sensu lato and its allies in the tribe Millettiae (Leguminose, Papilionoidae). Taxon 61(1): 93-108.

Doyle, J. J. y J. L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochem. Bull. 19: 11-15.

Greuter W. y R. Rankin (eds.). 2012. Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Hongos y Plantas. Real Jardín Botánico; Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España. 213 pp.

Guindon, S., J. F. Dufayard, V. Lefort, M. Anisimova, W. Hordijk y O. Gascuel. 2010. New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: Assessing the performance of PhyML 3.0. Syst. Biol. 59(3): 307-21.

Hermann, F. J. 1948. Studies in *Lonchocarpus* and Related genera 1. J. Wash. Acad. Sci. 38(1): 11-14.

Hu, J.-M. 2000. Phylogenetic relationships of the tribe Millettieae and allies: the current status. In: Bruneau, A. y P. S. Herendeen (eds.). Advances in legume systematics 9. Royal Botanic Garden. Kew, UK. pp. 299-310.

Hu, J.-M., M. Lavin, M. F. Wojciechowski y M. J. Sanderson. 2002. Phylogenetic analysis of nuclear ribosomal ITS/5.8S sequences in the tribe Millettieae (Fabaceae): *Poecilanthe-Cyclolobium*, the core Millettieae, and the *Callerya* group. Syst. Bot. 27: 722-733.

Huelsenbeck, J. P. y F. Ronquist. 2001. MRBAYES: Bayesian inference of phylogeny. Bioinformatics 17: 754-755.

Jacquin, N. J. von. 1760. Enumeratio systematica plantarum 28. Theodorus Haak, Leiden.

Katoh, K., K. Misawa, K. Kuma y T. Miyata. 2002. MAFFT: a novel method for rapid multiple sequence alignment based on fast Fouririer transform. Nucl. Acids Res. 30(14): 3059-3066.

Kelchner, S. A. 2000. The evolution of non-coding chloroplast DNA and its application in plant systematics. Ann. Missouri Bot. Gard. 87: 482-498.

Lavin, M., E. Eshbaugh, J.-M. Hu, S. Mathews y R. A. Sharrock. 1998. Monophyletic subgroups of the tribe Millettieae (Leguminosae) as revealed by phytochrome nucleotide sequence data. Am. J. Bot. 85: 412-433.

Müller, K., D. Quandt, J. Müller y C. Neinhuis C. 2005. Phyde®—phylogenetic data editor. http:\\www.phyde.de.

Pittier, H. 1917. The Middle American species of *Lonchocarpus*. Contr. U. S. Natl. Herb. 20: 37-93.

Plumier, C. 1703. Catalogus Plantarum Americanarum 19. Paris.

Sirichamorn, Y., F. A. C. B. Adema, B. Gravendeel y P. C. van Welzen. 2012. Phylogeny of Palaeotropic *Derris*-like taxa (Fabaceae) based on chloroplast and nuclear DNA sequences shows reorganization of (infra) generic classifications is needed. Am. J. Bot. 99(11): 1793-1808.

Sousa, M. 1986. Adiciones a las leguminosas de la flora de Nicaragua. Ann. Missouri Bot. Gard. 73: 722-737.

Sousa, M. 1987. *Lonchocarpus* H.B.K. In: McVaugh, R. (Anderson, W. R. ed.). Flora Novo-Galiciana 5: 555-577.

Sousa, M. 1992. *Willardia*, una nueva sección del género *Lonchocarpus* (Leguminosae). Anales Inst. Biol. UNAM, Ser. Bot. 63: 147-154.

Sousa, M. 2005. Especies nuevas de *Lonchocarpus* (Millettieae: Leguminosae) para Costa Rica y Panamá; lectotipificación de la sect. *Densiflori* Benth. Rev. Mex. Biodiv. 76(2): 119-127.

Sousa, M. 2009a. La sect. *Punctati* del género *Lonchocarpus* (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) para Mesoamérica. Novon 19: 239-255.

Sousa, M. 2009b. *Standleyi*, una nueva sección del género *Lonchocarpus* (Leguminosae), nuevas especies y subespecie para Mesoamérica y Sudamérica. Acta Bot. Mex. 86: 39-69.

Sousa, M. 2009c. La sect. *Obtusifolii* del género *Lonchocarpus* (Leguminosae, Papilionoideae: Millettieae) para Mesoamérica. Novon 19: 520-533.

Sousa, M. 2010. Revisión del complejo *Lonchocarpus cruentus* (Leguminosae: Papilionoideae: Millettieae), con descripciones de cinco especies nuevas. Brittonia 62(4): 321-336.

Sousa, M. 2011a. Especies nuevas y una lectotipificación en *Lonchocarpus* (Leguminosae) para Mesoamérica. Rev. Mex. Biodiv. 82(4): 1108-1122.

Sousa, M. 2011b. La sect. *Lonchocarpus* del género *Lonchocarpus* (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae): nuevas especies y subespecies para México y Mesoamérica. Acta Bot. Mex. 94: 27-59.

Sousa, M. y J. C. Soto N. 1987. Nuevos taxa de *Lonchocarpus* (Leguminosae) de las cuencas baja y media del Río Balsas, México. Anales Inst. Biol. UNAM, Ser. Bot. 58: 69-85.

Sousa, M. y S. Sotuyo. 2012. El género *Muellera* L. f. en Mesoamérica y Norte de Sudamérica. Acta Bot. Mex. 100: 15-40.

Sun, Y., Z. Skinner, G. H. Liang y S. H. Hulbert. 1994. Phylogenetic analysis of *Sorghum* and related taxa using internal transcribed spacers of nuclear ribosomal DNA. Theor. Appl. Genet. 89: 26–32.

Tozzi, A. M. G. A. 1989. Estudos taxonômicos dos gêneros *Lonchocarpus* Kunth e *Deguelia* Aubl. no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil. 341 pp.

von Taubert, P. 1894. III sb. Papilionatae-Dalbergieae-Lonchocarpinae. Nat. Pflanzenfamilien 3(3): 341-348.

Wood, C. E. 1949. The American barbistyled species of *Tephrosia* (Leguminosae). Contr. Gray Herb. Harv. 160: 193-384.

Recibido en junio de 2013.

Aceptado en julio de 2014.



Acta Botanica Mexicana 109: 133-165 (2014)

CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO MEXICANO Y SU RELACIÓN CON LA VEGETACIÓN POTENCIAL

Miguel Ángel Macías Rodríguez[1,6], Manuel Peinado Lorca[2], Joaquín Giménez de Azcárate[3], Juan Luis Aguirre Martínez[4] y José Delgadillo Rodríguez[5]

[1]Universidad de Guadalajara, Departamento de Ciencias Ambientales, Carretera Guadalajara-Nogales km 15.5, 45110 Zapopan, Jalisco, México.
[2]Universidad de Alcalá, Departamento de Ciencias de la Vida, E-28871 Alcalá de Henares, España.
[3]Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Botánica, Escuela Politécnica Superior, E-27002 Lugo, España.
[4]Universidad de Alcalá, Cátedra de Medio Ambiente, E-28871 Alcalá de Henares, España.
[5]Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, Herbario BCMEX, 22830 Ensenada, Baja California, México.
[6]Autor para la correspondencia: mmacias@cucba.udg.mx.

RESUMEN

En este trabajo se abordan las relaciones entre el clima y la vegetación en el territorio de la vertiente del Pacífico Mexicano, considerada como una franja de 100 km de ancho que desde el litoral se extiende hacia tierra adentro y cuyos extremos norte y sur coinciden con la frontera de México con los Estados Unidos de América y con Guatemala respectivamente. Las relaciones fueron establecidas a partir del análisis bioclimático efectuado con los datos de precipitación y temperatura de 691 estaciones meteorológicas existentes en el área de estudio. La diagnosis bioclimática permitió identificar los macrobioclimas Mediterráneo y Tropical, los bioclimas Mediterráneo Pluviestacional Oceánico, Mediterráneo Xérico Oceánico, Mediterráneo Desértico Oceánico, Mediterráneo Hiperdesértico Oceánico, Tropical Pluvial, Tropical Pluviestacional, Tropical Xérico, Tropical Desértico y Tropical Hiperdesértico, y 30 isobioclimas. Los muestreos de campo se dirigieron hacia la caracterización fisionómica y florística de la vegetación natural potencial de las diferentes unidades bioclimáticas, estableciendo así los principales elementos diagnósticos (bioindicadores y fisionómico-estructurales) de la secuencia bioclimática a lo largo del gradiente latitudinal.

Palabras clave: bioclimatología, formaciones vegetales, isobioclimas, México, vertiente del Pacífico.

ABSTRACT

In this study we address the relationship between climate and vegetation in the territory of the Mexican Pacific rim, a strip of 100 km wide that extends from the coast landwards with its north and south limits coinciding with Mexico's border with the United States of America and Guatemala, respectively. Relationships were established from bioclimatic analysis performed with temperature and precipitation data from 691 weather stations existing in the study area. The bioclimatic diagnosis identified the Mediterranean and Tropical macrobioclimates, the Mediterranean Pluviseasonal Oceanic, Mediterranean Xeric Oceanic, Mediterranean Desert Oceanic, Mediterranean Hyperdesertic Oceanic, Tropical Pluvial, Tropical Pluviseasonal, Tropical Xeric, Tropical Desertic and Tropical Hiperdesertic bioclimates, and 30 isobioclimates. The field sampling was focused towards physiognomic and floristic characterization of the natural potential vegetation of the different bioclimatic units, thereby establishing the main diagnostic features (bio-indicators and physiognomic-structural elements) of the bioclimatic sequence along the latitudinal gradient.

Key words: bioclimatology, isobioclimates, Mexico, plant formations, Pacific slope.

INTRODUCCIÓN

El clima es el principal elemento medioambiental regulador de la repartición de la vegetación mundial (Larcher, 2003). Desde los estudios geobotánicos pioneros del siglo XIX se acepta que la distribución de la cubierta vegetal está fundamentalmente determinada por factores climáticos, mientras que los edáficos juegan un papel secundario (Walter, 1985). La cuantificación de los diferentes componentes del clima es insuficiente para relacionarlo con la vegetación; por ello se han propuesto numerosos parámetros e índices que combinan temperatura, humedad, evaporación, precipitación y ritmos estacionales, entre otros.

Las limitaciones relacionadas con la distribución de las estaciones meteorológicas y con la calidad y cantidad de sus datos disponibles hacen que los análisis de sus parámetros e índices deban utilizarse conjuntamente con los de campo; de

esta manera llegan a ser herramientas extraordinariamente útiles en el análisis de las relaciones entre clima y vegetación, y permiten trazar con exactitud las fronteras biogeográficas en territorios florísticos relativamente homogéneos (Tuhkanen, 1980), lo que en las últimas décadas impulsó el desarrollo de la Bioclimatología. Esencialmente, las clasificaciones bioclimáticas intentan clarificar las relaciones entre los valores registrados de temperatura y precipitación y la distribución geográfica de los seres vivos, en particular de las plantas y las fitocenosis (Müller, 1982; Walter, 1985).

Algunas zonas del mundo que muestran gradientes climáticos muy marcados son especialmente interesantes para determinar si la distribución de la vegetación sigue patrones que reflejen tales variaciones. En este sentido, la vertiente del Pacífico mexicano es un territorio de gran interés florístico, biogeográfico y bioclimático por los sucesivos cambios que en ella se dan. De norte a sur se produce una transición desde una zona de clima Mediterráneo, que alcanza en la Península de Baja California su límite meridional holártico, a otra donde se encuentran los desiertos más áridos de Norteamérica (Peinado et al., 1995a). Desde estos desiertos se entra en otra zona de bosques tropicales con lluvias de verano, los cuales alcanzan en la vertiente pacífica mexicana su límite septentrional de distribución en el hemisferio occidental (Brown et al., 1998; Van Devender et al., 2000; González-Elizondo et al., 2012). Hacia el extremo meridional de la franja de estudio los bosques anteriores se imbrican con los bosques de lluvia tropicales; otras formaciones típicamente tropicales, los manglares, alcanzan en las costas mexicanas de Baja California las latitudes más septentrionales dentro del reino Holártico (Peinado et al., 2008). Por citar un ejemplo, tan solo en el estado de Sonora se han reconocido cuatro regiones biogeográficas en un gradiente latitudinal norte-sur (Búrquez et al., 1999).

En contribuciones anteriores efectuadas en el oeste de Norteamérica se ha caracterizado y vinculado la distribución de la vegetación con el modelo bioclimático aquí seguido (Rivas-Martínez, 1997; Peinado et al., 1997a; Rivas-Martínez et al., 1999; Cress et al., 2009), y establecido los límites de los zonobiomas del Pacífico septentrional usando la vegetación como bioindicadora (Peinado et al., 1994a, 1997b, 2007). El presente trabajo viene a complementar el ámbito de tres publicaciones previas sobre los vínculos clima-vegetación en el oeste-noroeste de México (Peinado et al., 2010, 2011; Giménez de Azcárate et al., 2013) y tiene por objetivo presentar un análisis de la respuesta de la vegetación potencial frente a las variaciones climáticas, abordada desde un enfoque bioclimático, a lo largo de un gradiente latitudinal que cubre la vertiente del Pacífico Mexicano, utilizando para ello el sistema de clasificación global de Rivas-Martínez et al. (2011).

Área de estudio

A lo largo de la costa del Pacífico de México, el área de estudio comprende una extensa franja de aproximadamente 8369 km de longitud y de 100 km de ancho (Fig. 1); adicionalmente se consideró el tope altitudinal de 1000 m. Abarca desde Presa Morelos (32º43' N) al norte de Baja California, hasta Ignacio López Rayón (14º37' N) al sur de Chiapas. Longitudinalmente, la zona estudiada tiene su límite occidental cerca de Tijuana (117º12' W), mientras que la localidad muestreada más al oriente se encuentra en Santo Domingo, Chiapas (92º06' W).

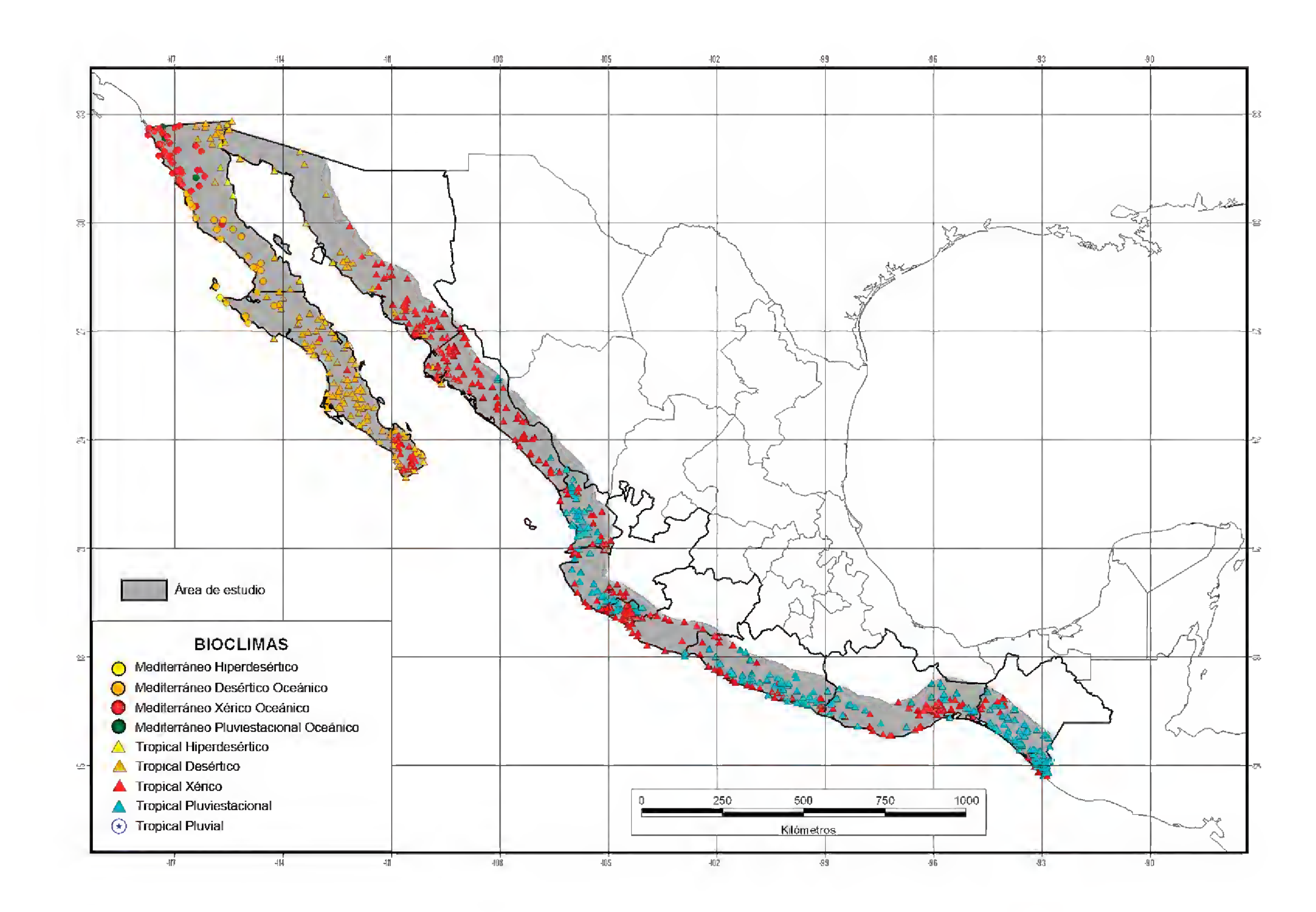


Fig. 1. Ubicación del área de estudio y la distribución de los bioclimas de las estaciones climatológicas a lo largo de la vertiente del Pacífico mexicano.

En la Península de Baja California destaca el conjunto de sierras graníticas que la recorren en toda su longitud y que condicionan el clima de ambas vertientes; así, su contacto con la costa del Pacífico es relativamente suave, lo que contrasta con la vertiente del Golfo de California, formada por un escarpe abrupto de falla, consi-

derado el más grande de Norteamérica (Hamilton, 1971). Estas elevaciones actúan como pantallas frente a los efectos humidificadores y térmicamente refrescantes de las nieblas costeras asociadas a la corriente fría de California (Peinado et al., 2005).

En México continental, prácticamente la totalidad del área de estudio se sitúa al oeste de dos de los sistemas montañosos más grandes del país, la Sierra Madre Occidental (SMO) y la Sierra Madre del Sur (SMS). La primera transcurre paralela a la costa desde el límite septentrional del área hasta la frontera entre Nayarit y Jalisco, donde se encuentra con el Eje Volcánico Transversal (EVT). La SMS corre muy próxima a la costa, en dirección noroeste-sureste, desde el sur de Jalisco, hasta la región de los Chimalapas en el Istmo de Tehuantepec, traspasado el cual se dirige nuevamente hacia el sureste con la denominación de Sierra Madre de Chiapas (SMCh). Tales sierras protegen a la costa occidental de México de las corrientes frías que periódicamente atraviesan México de norte a sur; ello permite que las selvas tropicales alcancen su límite septentrional mucho más al norte en la vertiente del Pacífico de lo que lo hacen en la del Golfo de México (Martin y Yetman, 2000).

Aunque resulte más o menos modificado por la influencia regional o local de las cadenas montañosas y de las corrientes marinas, el clima general sigue el modelo macroclimático determinado por la circulación general de la atmósfera y, por lo tanto, está afectado por la interacción de los principales regímenes de precipitación que gobiernan la costa pacífica de México. La porción septentrional del área se sitúa dentro del cinturón subtropical anticiclónico, dominado por masas de aire descendente asociadas con células de altas presiones y cielos despejados, que provocan un pasillo conocido como la Ruta Sonorense, a través del cual masas de aire marítimo relativamente húmedo y fresco penetran durante el invierno hacia el interior árido, provocando unas ligeras precipitaciones inusuales en el resto de los desiertos norteamericanos (Bryson y Hare, 1974). De forma particular buena parte de la fachada occidental de Baja California se encuentra influenciada por la corriente fría de California y por los vientos noroccidentales, lo que provoca la aparición de una zona de clima Mediterráneo en la fachada occidental de Norteamérica (Brouillet y Whetstone, 1993).

La franja latitudinal situada entre el cinturón subtropical de altas presiones y la zona intertropical de convergencia, resulta dominada por la influencia de los alisios orientales que, procedentes del Golfo de México, recorren en verano el EVT y el Istmo de Tehuantepec. Estas corrientes mueven aire cálido y húmedo hacia el oeste hasta alcanzar la costa del Pacífico, donde se encuentran con masas convectivas que provocan el denominado “Frente Mexicano” (Mosiño y García, 1974; Douglas et al., 1993). Finalmente, el área de estudio se encuentra en el límite nororiental del complejo de tormentas tropicales y huracanes que afectan al Pacífico en otoño (Hastings y Turner, 1965).

MÉTODO

En la selección de las estaciones meteorológicas se consideró su ubicación dentro de una banda costera de 100 km de ancho y por debajo de una cota de 1001 m de altitud; ello con el fin de reducir las modificaciones climáticas provocadas por la continentalidad y por la altitud. Además se requirió que los datos termopluviométricos tuvieran al menos 10 años de registro. Así se contabilizaron 691 estaciones cuya información fue obtenida de las siguientes fuentes: Baja California con 84 estaciones (Ruiz et al., 2006a); Baja California Sur (119) (Ruiz et al., 2006b); Chiapas (75) (Serrano et al., 2006); Colima (30) (Vizcaíno et al., 2007); Guerrero (75) (Serrano et al., 2007); Jalisco (36) (Ruiz et al., 2003); Michoacán (15) (Anguiano et al., 2005); Nayarit (49) (Anónimo, 2013); Oaxaca (66) (Serrano et al., 2005); Sinaloa (72) (Ruiz et al., 2005b) y Sonora (70) (Ruiz et al., 2005a).

A partir de dicha información se calcularon los diversos parámetros e índices bioclimáticos de la clasificación de referencia, los cuales se especifican en el Cuadro 1. La información y diagnosis bioclimática completa de cada estación meteorológica está disponible en línea (http://www1.inecol.edu.mx/abm/anexo). Para la obtención de los índices y de los bioclimogramas se siguió a Alcaraz (2013).

Cuadro 1. Parámetros e índices considerados en la diagnosis. Los valores de temperatura y precipitación expresados en grados Celsius y milímetros, respectivamente.

EVPT	Evaporación potencial anual de Thornthwaite.
Iar	Índice de aridez. Iar = (EVPT/P).
Ic	Índice de continentalidad/oceanidad. Equivale a la amplitud térmica anual, esto es a la diferencia entre las temperaturas medias mensuales más alta y más baja del año. Ic = Tmax-Tmin.
Id	Índice de diurnalidad. Equivale a la amplitud térmica diaria, esto es a la diferencia entre la temperatura media de las máximas y la temperatura media de las mínimas del mes en que estas están más alejadas (mco). Id = Tmaxmco-Tminmco.
Io	Índice ombrotérmico. Io = 10 (Pp/Tp).
Ioe	Índice de ombro-evaporación anual. Ioe = P/EVPT
Iov$_2$	Índice ombrotérmico del mes más cálido del bimestre más cálido del trimestre estival. En territorios tropicales índice ombrotérmico de los dos meses consecutivos más secos del año.
Iov$_3$	Índice ombrotérmico del trimestre estival. En territorios tropicales índice ombrotérmico de los tres meses consecutivos más secos del año.

Cuadro 1. Continuación.

Iov_4	Índice ombrotérmico del cuatrimestre resultante de la suma del trimestre estival y del mes inmediatamente anterior. En territorios tropicales índice ombrotérmico resultante de la suma de los tres meses consecutivos más secos del año y del mes inmediatamente anterior.
It	Índice de termicidad. It = 10 (T + m + M).
M	Temperatura media de las máximas del mes más frío (mf).
m	Temperatura media de las mínimas del mes más frío (mf).
mco	Mes más contrastado del año: mes con mayor diferencia entre las temperaturas medias máxima y mínima.
P	Precipitación anual.
Pcm_1	Precipitación del cuatrimestre más cálido del año.
Pcm_2	Precipitación del cuatrimestre anterior a Pcm_1.
Pcm_3	Precipitación del cuatrimestre posterior a Pcm_1.
Pscal	Precipitación del semestre más cálido del año.
Psfrío	Precipitación del semestre más frío del año.
T	Temperatura media anual.
Tcmax	Temperatura media de las máximas del mes más contrastado del año.
Tcmin	Temperatura media de las mínimas del mes más contrastado del año.
Tm	Temperatura media mensual.
Tmax	Temperatura media del mes más cálido del año.
Tmin	Temperatura media del mes más frío del año.
Tn	Temperatura negativa anual: Suma en décimas de grados de las temperaturas medias mensuales de los meses cuya temperatura media es inferior a 0 ºC.
Tp	Temperatura anual positiva. Suma en décimas de grados de las temperaturas mensuales medias de los meses cuya temperatura media es superior a 0 ºC.

Los bioclimogramas constituyen una manera gráfica de representar conjuntamente en un sistema de coordenadas cartesianas provisto de una doble escala de ordenadas (P = 2T), la temperatura y la pluviosidad media mensuales a lo largo de 12 meses del año, por lo que su finalidad es la representación gráfica de las características macroclimáticas de una estación meteorológica (Del Río-González, 2005).

El sistema de clasificación bioclimática global está basado en cuatro unidades tipológicas jerarquizadas: Macrobioclima, Bioclima, Termotipo y Ombrotipo. Los bioclimas representan la unidad básica de referencia tipológica, debajo de la de mayor rango que es el Macrobioclima, y se delimitan en función de los índices

ombrotérmicos. La clave para la determinación de los bioclimas mediterráneos y tropicales, así como los parámetros, índices y definiciones de la clasificación pueden consultarse en la propuesta de clasificación bioclimática global de Rivas-Martínez et al. (2011). A este respecto se recogen en los Cuadros 2 y 3 los termotipos y ombrotipos reconocidos en la zona de estudio. Finalmente, la definición bioclimática de cualquier territorio se hace en función de su isobioclima, un modelo bioclimático integrador formado por un bioclima, un termotipo y un ombrotipo. Los isobioclimas de la zona de estudio se plasman en el Cuadro 4.

Para el establecimiento de la reciprocidad entre el clima y la vegetación se ha seguido la propuesta de Beard (1973) relacionada con la estructura y la fisionomía de esta última, a la que se añadió la diagnosis florística de las especies dominan-

Cuadro 2. Termotipos y horizontes reconocidos en la zona de estudio con sus correspondientes valores de It (Índice de termicidad).

Termotipo y horizonte	*It*	Termotipo y horizonte	*It*
Infratropical inferior	> 800	Inframediterráneo inferior	515-580
Infratropical superior	710-800	Inframediterráneo superior	450-515
Termotropical inferior	600-710	Termomediterráneo inferior	400-450
Termotropical superior	490-600	Termomediterráneo superior	350-400
Mesotropical inferior	405-490	Mesomediterráneo inferior	285-350
Mesotropical superior	320-405		

Cuadro 3. Ombrotipos y horizontes reconocidos en la zona de estudio con sus correspondientes valores de Io (Índice ombrotérmico anual).

Ombrotipos	*Io*	Ombrotipos	*Io*
Ultrahiperárido inferior	0.0-0.1	Seco inferior	2.0-2.8
Ultrahiperárido superior	0.1-0.2	Seco superior	2.8-3.6
Hiperárido inferior	0.2-0.3	Subhúmedo inferior	3.6-4.8
Hiperárido superior	0.3-0.4	Subhúmedo superior	4.8-6.0
Árido inferior	0.4-0.7	Húmedo inferior	6.0-9.0
Árido superior	0.7-1.0	Húmedo superior	9.0-12.0
Semiárido inferior	1.0-1.5	Hiperhúmedo inferior	12.0-18.0
Semiárido superior	1.5-2.0	Hiperhúmedo superior	18.0-24.0

tes. En la selección de las parcelas se buscó la homogeneidad florística (Westhoff y van der Maarel, 1973) y se consideró el concepto de vegetación potencial natural (Tüxen, 1956; Rzedowski, 1978; Rivas-Martínez, 1997; Géhu, 2006), por ser ésta la que se ajusta de forma más precisa en el establecimiento de dicha reciprocidad. La aplicación de este enfoque facilita la interpretación de los resultados especialmente en zonas cuya flora no se conoce perfectamente o cuando la información relativa a la misma está tan dispersa que la hace inaplicable en estudios que exceden el ámbito local. Así, tras la caracterización bioclimática de las estaciones y tras el trabajo de campo, se procedió a asignar a cada estación su correspondiente vegetación potencial; de forma complementaria, en algunos casos se consideró información procedente de mapas de vegetación (Leopold, 1950; Rzedowski, op. cit; Anónimo, 1995a, b, 1997, 2001, 2002).

Entre 2007 y 2012 se visitó 90% de las estaciones meteorológicas antes y después del período de lluvias con el objetivo de identificar las variaciones fisionómicas más significativas de la vegetación. Cuando la vegetación estaba bien conservada se analizaron parcelas vecinas a cada estación. En caso contrario, los datos se tomaron en localidades próximas que fueron escogidas tras examinar imágenes a través de la plataforma Google Earth (2013); ello con el fin de dirigir la prospección y así poder verificar la existencia de vegetación primaria en buen estado de conservación. En los muestreos se caracterizaron los estratos presentes, se inventariaron las especies diagnósticas, y se determinó su biotipo y características ecofisionómicas (Box, 1981); de forma complementaria se obtuvieron datos de altitud, pendiente, exposición del terreno, tipo de suelo y sustrato geológico. Los datos edáficos y geológicos fueron tomados de Anónimo (1995a, b, 1997, 2001, 2002). Las especies vegetales fueron determinadas usando algunas floras regionales: Gentry (1942), Shreve y Wiggins (1964), Wiggins (1980), Felger (2000), Pennington y Sarukhán (2005), entre otras. La nomenclatura sigue a Tropicos (2013).

RESULTADOS

Clasificación bioclimática

Las 691 estaciones meteorológicas analizadas se incluyen en dos macrobioclimas, Mediterráneo y Tropical, y en nueve bioclimas, Mediterráneo Oceánico (M. O.) Hiperdesértico, M. O. Desértico, M. O. Xérico, M. O. Pluviestacional, Tropical (T.) Hiperdesértico, T. Desértico, T. Xérico, T. Pluviestacional y T. Pluvial. Los termotipos representados son seis, Inframediterráneo, Termomediterráneo, Meso-

mediterráneo, Infratropical, Termotropical y Mesotropical, y ocho los ombrotipos: Ultrahiperárido, Hiperárido, Árido, Semiárido, Seco, Subhúmedo, Húmedo e Hiperhúmedo. Las combinaciones encontradas de bioclimas, termotipos y ombrotipos arrojan un total de 30 isobioclimas. En la Figura 1 se refleja la distribución de las estaciones de acuerdo con su correspondiente bioclima; como complemento de lo anterior, en la Figura 2 se presentan cuatro bioclimogramas representativos de los dos macrobioclimas presentes.

El Cuadro 4 permite comparar y discriminar los parámetros clave de los 30 isobioclimas presentes en el área de estudio. En línea (http://www1.inecol.edu.mx/abm/anexo), se ofrecen datos florísticos de los tipos de vegetación potencial reconocidos, junto con referencias bibliográficas, lo que permite comparar la clasificación bioclimática con las denominaciones más difundidas de los tipos de vegetación mexicanos. En la misma dirección electrónica, se incluyen todos los bioclimogramas de cada una de las estaciones meteorológicas registradas en cada uno de los estados.

El Macrobioclima Mediterráneo se distribuye *grosso modo* en el cuadrante noroccidental de la Península de Baja California con 65 estaciones registradas; el resto de las estaciones de la Península (138) pertenecen al Tropical. Los bioclimas e isobioclimas reconocidos, así como el número de estaciones meteorológicas registradas para cada situación, y el tipo de vegetación potencial asociado a cada caso se refleja en el Cuadro 5. Dentro del bioclima Mediterráneo Hiperdesértico Oceánico (MEHO), se presenta el isobioclima MEHO Inframediterráneo Ultrahiperárido, que corresponde con la formación vegetal denominada Vegetación de Suelos Alcalinos (ALCA), cuya distribución se circunscribe a los territorios más occidentales del Desierto del Vizcaíno, con una única estación representada (Punta Eugenia).

El bioclima Mediterráneo Desértico Oceánico (MEDO) se presenta en la porción meridional del territorio mediterráneo peninsular, aproximadamente por debajo del paralelo 31° N; se reconocen los termotipos Inframediterráneo y Termomediterráneo, cada uno con los ombrotipos Hiperárido y Árido. El isobioclima MEDO Inframediterráneo Hiperárido está representado por las formaciones ALCA y Desierto Sarcocaulescente (DESA), distribuidos en la Isla Cedros y al sur del Desierto del Vizcaíno. En el isobioclima MEDO Termomediterráneo Hiperárido se desarrolla también el DESA cuya estación de referencia es Ejido José María Morelos, al norte del Desierto de Vizcaíno. Para los pisos Inframediterráneo y Termomediterráneo con ombrotipo Árido se desarrollan las formaciones DESA y Matorral Costero (MACO) cubriendo la franja suroeste de la vertiente pacifica mediterránea de Baja California, desde la estación Colonia Guerrero hasta la esta-

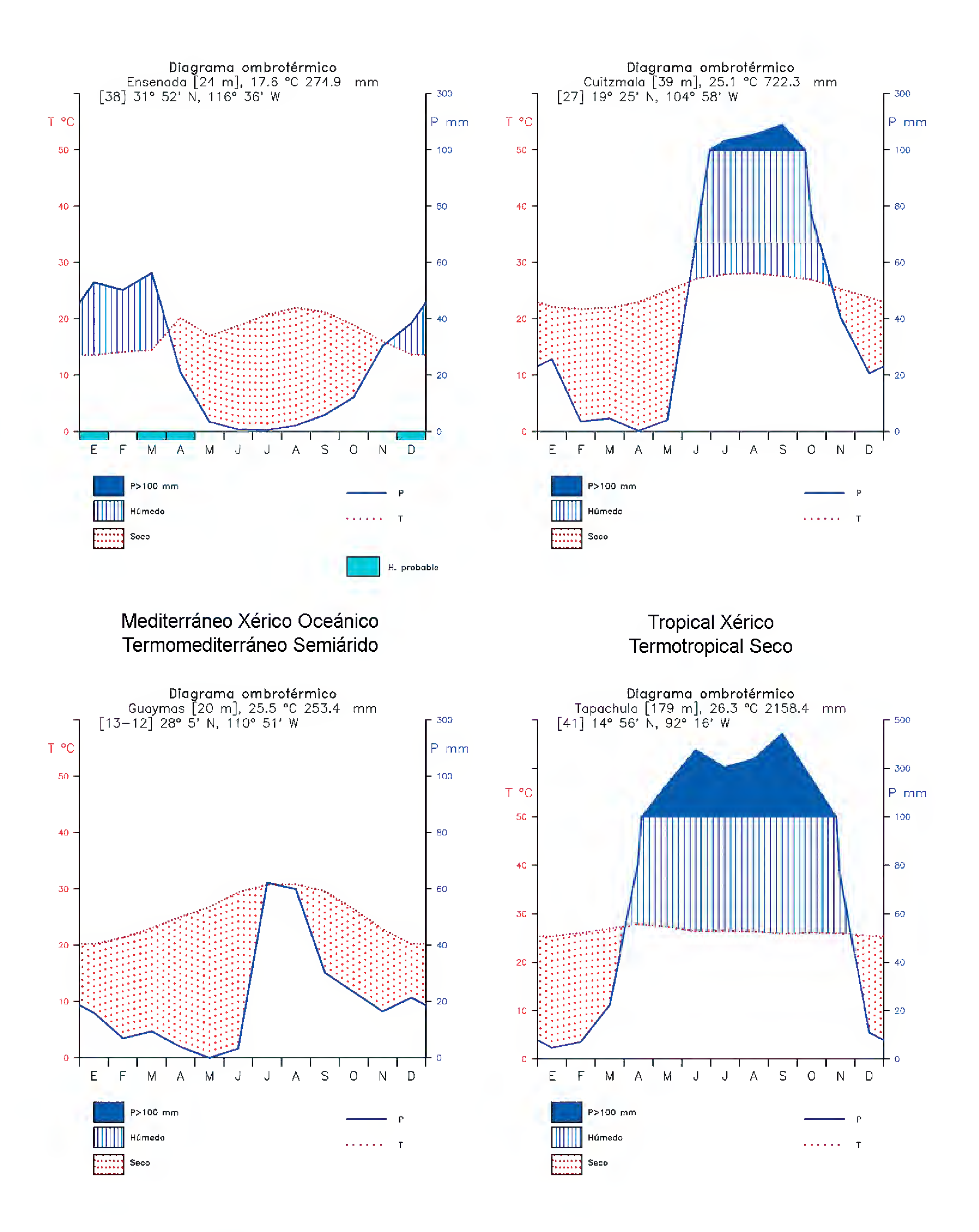


Fig. 2. Ejemplos de bioclimogramas de cuatro estaciones climatológicas correspondientes a los dos Macrobioclimas encontrados en la zona de estudio. P = Precipitación; T = Temperatura y H = Helada.

Cuadro 4. Clave de identificación para los isobioclimas existentes en el área de estudio. Abreviaturas como en el Cuadro 1. Los números entre paréntesis después de cada isobioclima indican el número de estaciones que lo presentan.

1 Latitud > 26º30' N	**2**
Latitud ≤ 26º30' N	**7**
2 Al menos deben cumplirse dos de las siguientes tres condiciones: $T \geq 25°$; $m \geq 10°$; $It \geq 580$.	**7**
No cumple las condiciones	**3**
3 Al menos deben cumplirse dos de las siguientes tres condiciones: $T > 21°$; $M > 18°$; $It \geq 470$.	**4**
No cumple las condiciones	**6**
4 Pscal > Psfrío	**7**
Pscal < Psfrío	**5**
5 $Ios_2 > 2$	**7**
$Ios_2 \leq 2$	**26**
6 $Pcm_2 < Pcm_1 > Pcm_3$	**7**
No cumple las condiciones	**26**
7 $Io > 3.6$	**8**
$Io \leq 3.6$	**9**
8 $Ios_2 > 2.5$	Tropical Pluvial Infratropical Hiperhúmedo (1)
$Ios_2 \leq 2.5$	**10**
9 $Io > 1$	**16**
$Io \leq 1$	**21**
10 $It > 710$	**11**
$It \leq 710$	**13**
11 $Io > 12$	Tropical Pluviestacional Infratropical Hiperhúmedo (5)
$Io < 12$	**12**
12 $Io > 6$	Tropical Pluviestacional Infratropical Húmedo (19)
$Io \leq 6$	Tropical Pluviestacional Infratropical Subhúmedo (71)
13 $It \leq 490$	Tropical Pluviestacional Mesotropical Subhúmedo (4)
$It > 490$	**14**
14 $Io > 12$	Tropical Pluviestacional Termotropical Hiperhúmedo (3)
$Io \leq 12$	**15**
15 $Io > 6$	Tropical Pluviestacional Termotropical Húmedo (25)
$Io \leq 6$	Tropical Pluviestacional Termotropical Subhúmedo (66)

Cuadro 4. Continuación.

16 It > 710	**17**
It ≤ 710	**18**
17 Io > 2	Tropical Xérico Infratropical Seco (95)
Io ≤ 2	Tropical Xérico Infratropical Semiárido (9)
18 It > 490	**19**
It ≤ 490	**20**
19 Io > 2	Tropical Xérico Termotropical Seco (97)
Io ≤ 2	Tropical Xérico Termotropical Semiárido (82)
20 Io > 2	Tropical Xérico Mesotropical Seco (3)
Io ≤ 2	Tropical Xérico Mesotropical Semiárido (4)
21 Io < 0.2	**22**
Io > 0.2	**23**
22 It > 490	Tropical Hiperdesértico Termotropical Ultrahiperárido (2)
It > 490	Tropical Hiperdesértico Mesotropical Ultrahiperárido (2)
23 It > 490	**24**
It ≤ 490	**25**
24 Io > 0.4	Tropical Desértico Termotropical Árido (91)
Io ≤ 0.4	Tropical Desértico Termotropical Hiperárido (27)
25 Io > 0.4	Tropical Desértico Mesotropical Árido (9)
Io ≤ 0.4	Tropical Desértico Mesotropical Hiperárido (11)
26 Io > 2	**27**
Io ≤ 2	**28**
27 It > 350	Mediterráneo Pluviestacional Oceánico Termomediterráneo Seco (2)
It ≤ 350	Mediterráneo Pluviestacional Oceánico Mesomediterráneo Seco (1)
28 Io > 1	**29**
Io < 1	**31**
29 It > 450	Mediterráneo Xérico Oceánico Inframediterráneo Semiárido (4)
It ≤ 450	**30**
30 It > 350	Mediterráneo Xérico Oceánico Termomediterráneo Semiárido (28)
It ≤ 350	Mediterráneo Xérico Oceánico Mesomediterráneo Semiárido (5)
31 Io < 0.2	Mediterráneo Hiperdesértico Oceánico Inframediterráneo Ultrahiperárido (1)
Io ≥ o.2	**32**

Cuadro 4. Continuación.

32 It > 450	**32**
It ≤ 450	**34**
33 Io > 0.4	Mediterráneo Desértico Oceánico Inframediterráneo Árido (9)
Io ≤ 0.4	Mediterráneo Desértico Oceánico Inframediterráneo Hiperárido (5)
34 Io > 0.4	Mediterráneo Desértico Oceánico Termomediterráneo Árido (9)
Io ≤ 0.4	Mediterráneo Desértico OceánicoTermomediterráneo Hiperárido (1)

ción Rancho Alegre. Los bioclimas MEDO Y MEHO dominan al sur del paralelo 30° N, a través de las llanuras de El Vizcaíno y del desierto Central, donde se dejan sentir las influencias marítimas ya muy atenuadas de los vientos del noroeste y de los alisios orientales. Estos territorios constituyen la zona de transición hacia el Macrobioclima Tropical.

El bioclima Mediterráneo Xérico Oceánico (MEXO) se distribuye en la porción noroccidental de la Península entre los paralelos 31° y 33° N; se reconocen los pisos Inframediterráneo, Termomediterráneo y Mesomediterráneo, todos bajo ombrotipo Semiárido; el primero se corresponde con las formaciones dominadas por MACO; en el Termomediterráneo se presenta la formación de Chaparral (CHAPA), mientras que en el Mesomediterráneo se corresponde con la del Pinar Mediterráneo (PIME).

En el bioclima Mediterráneo Pluviestacional Oceánico (MEPO) se reconocen los pisos Termomediterráneo y Mesomediterráneo con ombrotipo Seco y aparecen las comunidades CHAPA, PIME y Encinar Perennifolio Mediterráneo (ENPE), las cuales son más templadas y húmedas que las anteriormente comentadas. Este bioclima está pobremente representado con tan solo tres estaciones meteorológicas, ya que su óptimo se ubica en cotas más elevadas que las aquí consideradas. Las comunidades incluidas en CHAPA y PIME también llegan a desarrollarse bajo los isobioclimas MEXO Termomediterráneo Semiárido y Mesomediterráneo Semiárido que, al igual que los anteriores, se presentan en el piedemonte y en las laderas occidentales de las Sierras Juárez y San Pedro Mártir. Para descripciones más detalladas acerca de la vegetación del macrobioclima

Mediterráneo en Baja California cabe remitirse a Peinado et al. (1990, 1994a, b, c, 1995d, 1997a, 2008).

En el Cuadro 5, necesariamente resumido, se presenta los resultados de la clasificación utilizada; téngase en cuenta que cuando en algunos de los isobioclimas mediterráneos aparezcan tipos fisionómicos dominados o codominados por *Larrea tridentata,* su tropicalidad florística es acusada.

Cuadro 5. Macrobioclimas (MB), Bioclimas, Isobioclimas, Número de estaciones (NE) y su relación con su vegetación potencial presentes dentro del área de estudio. ALCA: Vegetación de suelos alcalinos; BTCA: Bosque tropical caducifolio; BTPE: Bosque Tropical Perennifolio; BTSP: Bosque Tropical Semiperennifolio; CHAP: Chaparral; DEAF: Desierto Arbosufrutescente; DECR: Desierto Crasicaulescente; DEMI: Desierto Microfilo; DESA: Desierto Sarcocaulescente; ENCA: Encinar Caducifolio Tropical; ENPE: Encinar Perennifolio Mediterráneo; MACO: Matorral Costero; MAES/BOES: Matorral y Bosque Espinosos; MANG: Manglar; MESQ: Mezquital; PALM: Palmar; PIME: Pinar Mediterráneo; PITR: Pinar Tropical. El paréntesis indica el número de estaciones representativas de cada caso.

MB	BIOCLIMA	ISOBIOCLIMA	NE	VEGETACIÓN POTENCIAL
MEDITERRÁNEO	Mediterráneo Hiperdesértico Oceánico (M.H.O.) (1)	M.H.O. Inframediterráneo Ultrahiperárido	1	ALCA
	Mediterráneo Desértico Oceánico (M.D.O.) (24)	M.D.O. Inframediterráneo Hiperárido	5	ALCA[1], DESA[4]
		M.D.O. Termomediterráneo Hiperárido	1	DESA
		M.D.O. Inframediterráneo Árido	9	DESA[7], MACO[2]
		M.D.O. Termomediterráneo Árido	9	MACO[5], DESA[4]
	Mediterráneo Xérico Oceánico (M.X.O.) (37)	M.X.O. Inframediterráneo Semiárido	4	CHAPA[3], MACO[1]
		M.X.O. Termomediterráneo Semiárido	28	CHAPA
		M.X.O. Mesomediterráneo Semiário	5	PIME
TROPICAL	Mediterráneo Pluviestacional Oceánico (M.P.O.) (3)	M.P.O. Termomediterráneo Seco	2	CHAPA, PIME
		M.P.O. Mesomediterráneo Seco	1	ENPE
	Tropical Hiperdesértico (T.H.) (4)	T.H. Termotropical Ultrahiperárido	2	DEMI
		T.H. Mesotropical Ultrahiperárido	2	DEMI

Cuadro 5.- Continuación.

MB	BIOCLIMA	ISOBIOCLIMA	NE	VEGETACIÓN POTENCIAL
TROPICAL	Tropical Desértico (T.D.) (138)	T.D. Termotropical Hiperárido	27	DESA$^{(23)}$, DEMI$^{(4)}$
		T.D. Mesotropical Hiperárido	11	DEMI
		T.D. Termotropical Árido	91	DESA$^{(70)}$, DEAF$^{(11)}$, MAES$^{(4)}$, DEMI$^{(2)}$, DECR$^{(2)}$, MESQ$^{(2)}$
		T.D. Mesotropical Árido	9	DEMI$^{(4)}$, DECR$^{(3)}$, DESA$^{(1)}$, DEAF$^{(1)}$
	Tropical Xérico (T.X.) (290)	T.X. Infratropical Semiárido	9	BOES$^{(6)}$, MAES$^{(2)}$, MESQ$^{(1)}$
		T.X. Termotropical Semiárido	82	BOES$^{(33)}$, MAES$^{(27)}$, MESQ$^{(21)}$, DESA$^{(1)}$
		T.X. Mesotropical Semiárido	4	MAES$^{(2)}$, BOES$^{(1)}$, MESQ$^{(1)}$
		T.X. Infratropical Seco	95	BTCA$^{(85)}$, BOES$^{(2)}$, MANG$^{(3)}$, MESQ$^{(5)}$
		T.X. Termotropical Seco	97	BTCA$^{(84)}$, MESQ$^{(11)}$, ENCA$^{(1)}$
		T.X. Mesotropical Seco	3	BTCA
		T.P. Infratropical Subhúmedo	71	BTSP$^{(63)}$, MESQ$^{(3)}$, ENCA$^{(2)}$, BOES$^{(1)}$, BTPE$^{(1)}$, PALM$^{(1)}$
	Tropical Pluviestacional (T.P.) (193)	T.P. Termotropical Subhúmedo	66	BTSP$^{(53)}$, ENCA$^{(8)}$, MESQ$^{(3)}$, BTPE$^{(1)}$, BTCA$^{(1)}$,
		T.P. Mesotropical Subhúmedo	4	BTSP$^{(3)}$, ENCA$^{(1)}$
		T.P. Infratropical Húmedo	19	BTSP$^{(10)}$, BTPE$^{(9)}$
		T.P. Termotropical Húmedo	25	BTSP$^{(13)}$, BTPE$^{(10)}$, ENCA$^{(1)}$, PITR$^{(1)}$
		T.P. Infratropical Hiperhúmedo	5	BTPE
		T.P. Termotropical Hiperhúmedo	3	BTSP$^{(2)}$, BTPE$^{(1)}$
	Tropical Pluvial (T.PL.) (1)	T.PL. Infratropical Hiperhúmedo	1	BTPE

El resto de las estaciones diagnosticadas (626) se corresponden con el Macrobioclima Tropical, cuya distribución abarca la vertiente oriental y el cuadrante suroccidental de la península de Baja California y todo el resto de la vertiente pacífica

continental desde Sonora hasta la frontera guatemalteca. Los bioclimas registrados y el número de isobioclimas son los siguientes: Tropical Hiperdesértico (2), T. Desértico (4), T. Xérico (6), T. Pluviestacional (7) y T. Pluvial (1).

En la porción nororiental de Baja California aparece el bioclima Tropical Hiperdesértico con presencia de los pisos Termotropical y Mesotropical, ambos Ultrahiperáridos, y cuya vegetación potencial es el Desierto Microfilo (DEMI). Las cuatro estaciones representativas se localizan en el noreste de la Península de B.C., coincidiendo con el Desierto de San Felipe o del Colorado, la región más árida de Norteamérica (MacMahon y Wagner, 1985; Peinado et al., 2006).

El bioclima Tropical Desértico se presenta en la región denominada Delta del Río Colorado tanto en la parte bajacaliforniana como en la sonorense, en el oeste de Sonora y en Baja California Sur. En él se reconocen los pisos Termotropical y Mesotropical con ombrotipos Hiperárido y Árido; de forma particular el termotipo Termotropical muestra una mayor variación de la vegetación potencial, pudiendo reconocerse las formaciones ALCA, DEMI y DESA; el ombrotipo Árido, presente mayormente en Baja California Sur y en el norte y oeste de Sonora, se corresponde principalmente con el Desierto Arbosufrutescente (DEAF) y con el Desierto Crasicaulescente (DECR). Puntualmente en áreas favorecidas topográficamente, pueden aparecer algunas otras formaciones como DESA, Matorral Espinoso (MAES), Mesquital (MESQ), tanto en el termotipo Termotropical como en el Mesotropical.

Los bioclimas Tropical Xérico y Pluviestacional son los de mayor distribución a lo largo de la vertiente del Pacífico. El Tropical Xérico existe bajo los ombrotipos Semiárido y Seco, estando el primero presente en el sur de Sonora y de Baja California Sur y en el centro y sur de Sinaloa, asociado principalmente a planicies donde la vegetación potencial corresponde a los denominados Bosque Espinoso (BOES), MAES y MESQ. La otra zona con ombrotipo Semiárido se localiza más al sur, en la cuenca inferior de los ríos Balsas-Tepalcatepec (Guerrero y Michoacán) y en la región del Istmo de Tehuantepec (Oaxaca y Chiapas). El ombrotipo Seco se corresponde con el dominio del Bosque Tropical Caducifolio (BTCA), presente bajo los termotipos Infratropical, Termotropical y Mesotropical inferior. Se distribuye principalmente a lo largo de laderas, barrancas y piedemontes de las SMO, SMS y el EVT, así como los territorios del tramo inferior de la depresión del Balsas-Tepalcatepec.

El bioclima Tropical Pluviestacional se distribuye de manera discontinua desde el sur de Sinaloa hasta Chiapas. Está vinculado a territorios con precipitaciones mayores que las correspondientes al bioclima Tropical Xérico, las cuales se ven favorecidas por los flujos de vientos más húmedos que descargan sobre sierras, cañadas y piedemontes directamente orientados hacia ellos. Los ombrotipos represen-

tados son el Subhúmedo, Húmedo e Hiperhúmedo. El primero es el más amplio y se relaciona con las formaciones de Bosque Tropical Subperennifolio (BTSP) presente tanto en el piso Infratropical como en el Termotropical. El ombrotipo Húmedo está asociado a las planicies costeras y laderas de los estados de Chiapas y en menor medida de Oaxaca (termotipos Infra- y Termotropical), y se corresponde con las formaciones de BTSP. El ombrotipo Hiperhúmedo se relaciona con los BTPE emplazados en aquellas zonas más húmedas y de menor latitud de la franja costera de Chiapas; esta situación se asocia a la zona de transición entre los bioclimas Tropical Pluviestacional y Tropical Pluvial. Para este último solo se registró una estación, San Jerónimo (Chiapas), localizada en el piso Infratropical Hiperhúmedo, próxima a la frontera con Guatemala.

Vegetación potencial

La clasificación bioclimática utilizada pone de relieve la secuencia real en la distribución de la vegetación potencial. En el área de estudio, los bioclimas tropicales más áridos (Desértico e Hiperdesértico) se extienden a través de una franja latitudinal de unos 650 km que podría denominarse como la región *Larrea tridentata–Parkinsonia microphylla*, dado que ambas especies son los mejores indicadores de dichos bioclimas. La ausencia de ambos taxones en las zonas áridas de la costa del Pacífico delimita con precisión la estrecha franja de macrobioclima Mediterráneo existente en El Vizcaíno. En las zonas desérticas relativamente más húmedas (ombrotipo Árido), *P. microphylla* junto con varias cactáceas columnares, es un componente típico de la vegetación potencial zonal del DEAF y del DECR; por el contrario, en áreas de menor precipitación (ombrotipo Hiperárido) su presencia se restringe a comunidades azonales de suelos húmedos correspondiente a las asociaciones *Hymenocleo salsolae–Daleetum spinosae* (Peinado et al., 1995a) y *Parkinsonio microphyllae–Olneyetum tesotae* (Peinado et al., 2006) o a biotopos rocosos del DESA. *Larrea tridentata* domina o codomina en todo tipo de comunidades zonales, y su área de distribución marca, en la zona de estudio, las fronteras de los bioclimas Tropical Desértico y Tropical Xérico; su desaparición al sur de Guaymas coincide con la zona de transición entre la vegetación de desiertos áridos y los matorrales espinosos semiáridos (Shreve, 1951; Turner et al., 1995), es decir, donde comienza la zona de isobioclima Tropical Xérico Termotropical Semiárido. Esta banda de transición gradual entre los desiertos y los bosques tropicales caducifolios es ocupada por matorrales y bosques espinosos considerados como zonoecotono entre los zonobiomas II y III (Walter, 1985) y coincide con la transición entre los bioclimas Tropical Desértico y Tropical Xérico. Así, desde Guaymas hacia el

norte, hasta el río Sonora, las formaciones de bosques espinosos dominadas por especies tales como *Acacia cymbispina, Ceiba acuminata, Haematoxylum brasiletto, Ipomoea arborescens, Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pithecellobium sonorae,* aparecen confinadas en los lechos de arroyos y en los valles ligeramente más húmedos, lo que representa una introgresión de la vegetación xérica en zonas de bioclima Tropical Desértico. Al sur de Guaymas desaparecen las plantas más típicas de los desiertos, y los árboles y arbustos espinosos anteriores comienzan a dominar en el paisaje, mientras que subsisten pequeñas áreas de vegetación desértica (DEAF) en los hábitats más áridos, como laderas de solana con suelos poco evolucionados. Para una descripción más detallada de ese ecotono véase Búrquez et al. (1999) y Sánchez-Mejía et al. (2007).

Un cactus columnar, *Pachycereus pecten-aboriginum,* y el palo blanco, *Lysiloma divaricatum*, son los mejores indicadores del bioclima Tropical Xérico, para el que se reconocen cuatro tipos de vegetación potencial: MAES, BOES, MESQ y BTCA. En términos geobotánicos clásicos, estos tipos pueden ser descritos como formaciones de *Hiemilignosa,* que se presentan con la estructura arbustiva de las *Hiemifruticeta* (ombrotipo Semiárido Inferior: MAES), la estructura intermedia arbustivo-arborescente de la transición *Hiemifruticeta-Hiemisilva* (ombrotipo Semiárido Superior: BOES, MESQ), o en las zonas más húmedas con ombroclima Seco, con la típica estructura forestal más o menos densa de las *Hiemisilva* (BTCA).

Con ombroclima Semiárido, las plantas dominantes son principalmente arbustos (en los MAES) o pequeños árboles (en los BOES), en ambos casos espinosos y verdes tras las lluvias estivales, cuya estructura se asemeja a la "caatinga" del noreste de Brasil, al "semidesierto" venezolano de cactáceas y fanerófitos espinosos o a los matorrales espinosos de Madagascar (Walter, 1985; Takhtajan, 1986). Predominan diferentes especies de *Acacia, Caesalpinia, Cassia, Mimosa,* entre otras leguminosas, lo que pone de manifiesto las relaciones pantropicales de las formaciones espinosas del Nuevo y del Viejo Mundo, las cuales están relacionadas con acontecimientos paleoclimáticos y paleogeográficos (Peinado et al., 2009). Nuestro análisis de la región de Los Cabos de Baja California revela estrechos lazos florísticos entre las comunidades espinosas y los bosques tropicales caducifolios que permiten unirlos en una sola clase fitosociológica: *Pachycereo pecten-aborigini–Lysolometea divaricati* (Peinado et al., 2008).

De los retazos de vegetación natural que todavía persisten en las planicies aluviales del noroeste, coincidiendo con los deltas de los ríos Yaqui, Batacosa, Mayo y Fuerte, se deduce que la vegetación azonal se corresponde con los BOES dominados por el mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*), y donde *Parkinsonia*

praecox y varias especies de *Bursera* son acompañantes habituales en el dosel arbóreo (MESQ). El comportamiento freatófilo de esos bosques sobresale en abril, cuando los mezquites están en plena foliación y forman grandes manchas verdes que contrastan con la vegetación agostada (MAES, BOES) de las laderas. La estructura básica de los MAES y los BOES está dominada por pequeños árboles multicaules y por arbustos altos xeromórficos, espinosos, microfilos y caducifolios por sequía, además de suculentas; buena parte de estos componentes se comparten con la vegetación de los desiertos del DEAF y del DECR. En los BOES la altura de los árboles es mayor que en los MAES y algunas plantas que son arbustivas en estos últimos aparecen como árboles en los BOES (por ejemplo: *Erythrina flabelliformis, Haematoxylum brasiletto* y *Bonellia macrocarpa* ssp. *pungens*). El dosel de árboles pequeños xeromórficos y microfilos presenta una altura que oscila entre 4 m (MAES) y 10 m (BOES); por el contrario ciertas cactáceas columnares como *Stenocereus thurberi, Pachycereus pecten-aboriginum, Cephalocereus purpusii* y algunos nopales arborescentes emergen notablemente sobre los arbustos en los MAES e igualan las copas de los árboles en los BOES.

En la Figura 3 se presenta un transecto idealizado de la vegetación entre el Océano Pacífico y la SMO a la altura del paralelo 27º30' N, en el que se incluyen áreas de media montaña adyacentes a la zona de estudio. En las zonas de planicies próximas a la costa, bajo el bioclima Tropical Xérico con ombrotipos Árido y Semiárido, se desarrolla el MAES y el BOES; en territorios un poco más elevados domina

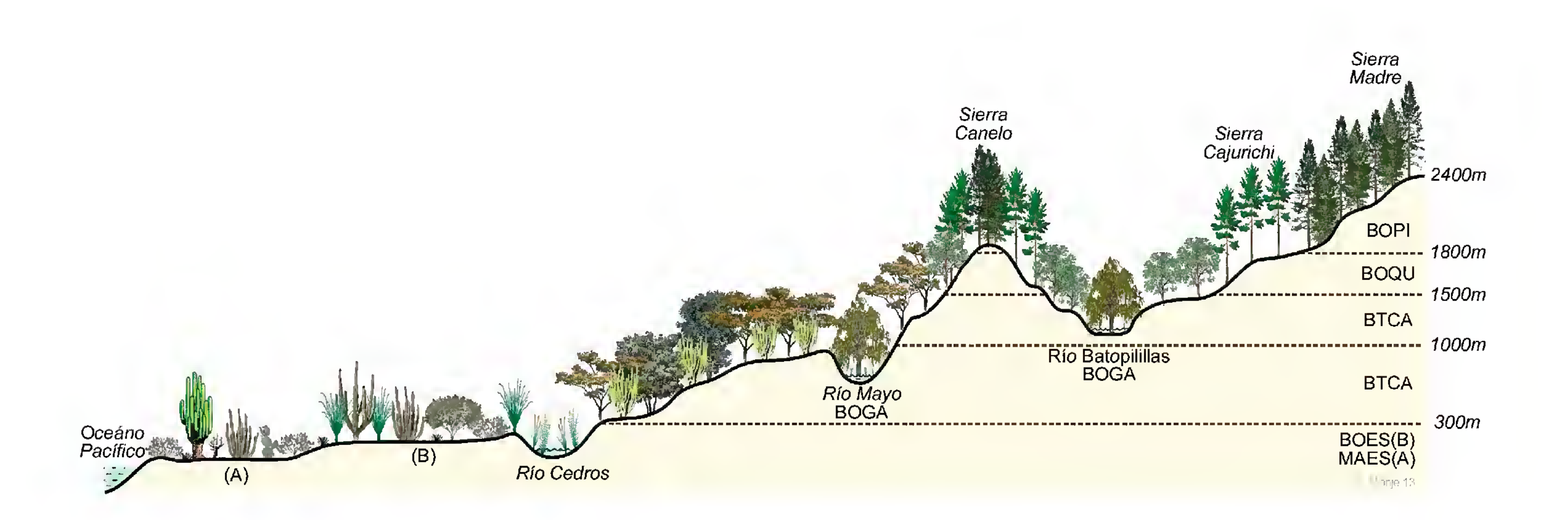


Fig. 3. Distribución esquemática de los principales tipos de vegetación en la Sierra Madre Occidental. Sección transversal a lo largo del eje de los ríos Mayo y Batopililllas, desde la Bahía de Yavaros, Sonora, a la Cascada de Basaseachic Parque Nacional, Chihuahua. Abreviaturas: BOPI, Bosque de *Pinus*; BOEN, Bosque de Encino; BTCA, Bosque Tropical Caducifolio; BOGA, Bosque de Galería; BOES, Bosque Espinoso; MAES, Matorral Espinoso.

el ombrotipo Seco, donde se presenta el BTCA, alcanzando una cota aproximada de 1500 m. Posteriormente, ya en el piso Mesotropical Subhúmedo (bioclima Tropical Pluviestacional), hacen presencia las formaciones de Bosque de pino (BOPI) y de Bosque de encino (BOEN).

Con ombrotipo Seco, la vegetación dominante son los bosques tropicales caducifolios (BTCA), que corresponden al Zonobioma II de Walter (1985), presentes en otros territorios tropicales análogos. A lo largo de la vertiente del Pacífico Norte se distribuyen formando una franja desde la cuenca alta del río Mayo, en Sonora meridional, hasta Costa Rica (Brown et al., 1998), con una anchura media de unos 50 km (Gentry, 1995). El relativo aislamiento de los BTCA del interior de Sonora con respecto a otros BTCA mesoamericanos ha favorecido la aparición de un elevado número de géneros endémicos, lo que hace que estos bosques sean florísticamente más diversos que sus vicariantes de Mesoamérica (Trejo y Dirzo, 2002; Rzedowski y Calderón, 2013). Además de habitar en la vertiente del Pacífico, los BTCA se extienden por el centro de México y, con algunas diferencias florísticas, aparecen también en la provincia Sanlucana de Baja California (Peinado et al., 1997a, 2008) y en tres grandes zonas de la vertiente atlántica mexicana (Rzedowski, 1978; Anónimo, 1997).

El paisaje de toda la zona ocupada por los BTCA (como también sucede en el área potencial de los BOES) está hoy muy alterado a causa de los cultivos, la ganadería extensiva y la masiva invasión del pasto africano *Pennisetum ciliare* (Búrquez et al., 2002). Pese a ello, los BTCA resisten en sus límites septentrionales favorecidos por el relieve extraordinariamente abrupto de la SMO. En su área de distribución la composición específica varía enormemente de una localidad a otra debido a la gran extensión de esos bosques y a las diferencias ecológicas provocadas por la exposición del terreno, las pendientes, la elevación altitudinal, el sustrato, la profundidad del suelo y otros factores de índole local poco conocidos, que pudieran estar íntimamente relacionados con la disponibilidad de agua para la germinación y el crecimiento juvenil de los árboles (Balvanera et al., 2001). En cualquier caso es destacable la presencia reiterada de representantes de los géneros *Amphipterygium, Bursera, Caesalpinia, Ceiba, Cordia, Lysiloma, Pseudobombax,* entre otros.

En las zonas de transición BOES y BTCA se entremezclan, aunque cuando dominan los últimos se distinguen por su mayor altura, su follaje más latifolio, la escasez o ausencia de plantas espinosas y suculentas, y por la fuerte penetración de especies, géneros y familias de distribución tropical, incluyendo orquídeas y bromeliáceas epífitas. A diferencia de lo que sucede en los BOES, en los BTCA las cactáceas arborescentes antes mencionadas son más bajas que el dosel arbóreo quedando

enmascaradas en él. Dos palmas de tamaño mediano, *Acrocomia aculeata* y *Sabal rosei*, que nunca se presentan en las áreas de ombroclima Semiárido, son buenas bioindicadoras del ombrotipo Seco, siendo favorecida su presencia por los fuegos vinculados a la actividad pecuaria.

Enterolobium cyclocarpum, Astronium graveolens y *Brosimum alicastrum* son los mejores bioindicadores del BTSP y su aparición se vincula al bioclima Tropical Pluviestacional de los pisos Infratropical o Termotropical al menos Subhúmedo. Este bosque presenta una estructura y altura intermedia entre los BTCA y los BTPE. En situaciones de mayor pluviosidad (Bioclimas Pluviestacional o Pluvial con ombrotipo al menos Hiperhúmedo) el BTPE constituye la vegetación potencial, siendo el tipo de vegetación más estructurado y complejo en el área de estudio. A medida que la precipitación aumenta, en los bosques caducifolios comienzan a hacerse cada vez más visibles los árboles perennifolios. Dado que para la misma latitud la vertiente Atlántica mesoamericana es más húmeda que la Pacífica, los BTPE tienen mayor presencia en la primera; su representación en la vertiente Pacífica está relegada a los enclaves más ombrófilos próximos a la costa chiapaneca. En el resto de dicha vertiente los BTCA y los BTSP son los representantes mayoritarios de la vegetación potencial dominante desde Sinaloa meridional hasta Chiapas (Leopold, 1950; Rzedowski, 1978).

Debido a la naturaleza transicional de los BTSP, su estructura está dominada por un dosel arbóreo en el que coexisten árboles perennifolios y caducifolios. En situaciones óptimas de conservación, el dosel arbóreo alcanza una altura de 30-40 m con tres estratos arbóreos bien diferenciados. El superior está formado por megafanerófitos emergentes tales como *Enterolobium cyclocarpum, Brosimum alicastrum, Astronium graveolens* y *Conzattia multiflora*, que sobresalen sobre dos estratos más continuos en los que se entremezclan caducifolios y perennifolios. La proporción de árboles caducifolios es mayor en el estrato medio, mientras que en el inferior dominan principalmente los perennifolios microfilos. Algunas higueras estranguladoras del género *Ficus* sobresalen entre las lianas, las cuales forman un estrato difuso y enmarañado en los huecos dejados por los árboles caídos. En las llanuras y colinas poco abruptas, la palmera *Attalea cohune* codomina en el estrato superior e incluso llega a formar palmares naturales (PALM) en suelos arenosos bien drenados, los que en la actualidad han sido sustituidos en buena parte por plantaciones de *Cocos nuccifera, Mangifera indica* y *Carica papaya*. Como sucede con otras palmas tropicales, *A. cohune* es resistente a los incendios y forma comunidades secundarias en lugares fuertemente alterados por actividades humanas.

La adscripción bioclimática de los pinares, encinares y sus bosques mixtos, formaciones representativas de la vegetación clímax más extendida en las montañas

de México (Rzedowski, 1978), está vinculada mayoritariamente al bioclima Tropical Pluviestacional, aunque también se presentan en el Bioclima Tropical Xérico, especialmente bajo el ombrotipo Seco. Desde el punto de vista térmico sus formaciones ocupan mayoritariamente el gradiente altitudinal entre el termotipo Mesotropical y el Orotropical (Medina et al., 2012; Giménez de Azcárate et al., 2013). Sin embargo, en la vertiente del Pacífico dichas formaciones descienden a cotas bajas (Rzedowski y McVaugh, 1966) representativas del termotipo Termotropical. En nuestra opinión y tras haber analizado los bosques mencionados de media montaña de ambas Sierras Madres, éstos constituyen la vegetación potencial climácica en el piso Mesotropical cuando el ombrotipo es al menos Subhúmedo. En altitudes inferiores, bajo condición Termotropical, la vegetación potencial climácica corresponde a bosques que alternan en función de la cuantía de las precipitaciones: caducifolios (ombrotipo Seco), subperennifolios (ombrotipo Subhúmedo y Húmedo) y perennifolios (ombrotipos Hiperhúmedo y Ultrahiperhúmedo). En tales condiciones, los ENCA y los PITR constituyen comunidades edafoxerófilas que ocupan suelos poco profundos, ricos en gravas, evolucionados a partir de rocas derivadas de cenizas volcánicas, lateritas, riolitas, andesitas o basaltos, pobres en nutrientes y ricos en metales pesados; en general se disponen sobre pendientes muy inclinadas donde la fuerte escorrentía favorece la lixiviación gravitacional de los escasos nutrientes. Sarukhán (2005) ha subrayado el factor edáfico como condicionante esencial de los encinares y los pinares tropicales (Termotropicales en el contexto de este trabajo). De acuerdo con nuestras observaciones, todavía provisionales, mientras que los ENCA aparecen como comunidades edafoxerófilas ligadas a las áreas ocupadas por los BTCA (ombrotipo Seco), los PITR y los bosques mixtos lo hacen igualmente sobre biotopos azonales como los descritos, pero donde los BTSP y en menor medida los BTPE constituyen la vegetación potencial climácica (ombrotipo al menos Subhúmedo). Pese a la extraordinaria diversidad del género *Quercus* en México, ésta desciende drásticamente de los territorios húmedos y subhúmedos del piso Mesotropical a los secos termotropicales, donde la especie preferente es *Quercus resinosa* a la que pueden acompañar otros encinos como *Q. glaucescens, Q. glaucoides* y otros árboles del BTCA.

Algunas de las estaciones muestreadas están situadas dentro de áreas muy extensas de manglar. En esos casos, aunque se trate de vegetación azonal, se han considerado a los manglares como la vegetación potencial. Por el norte del área de estudio, los manglares (MANG) comienzan a aparecer en el piso Termotropical del Golfo de California, en Bahía de los Ángeles (29º05' N), donde se encuentra su límite de distribución septentrional en el reino Neotropical (Peinado et al., 2008). Los MANG aparecen en todas las costas mexicanas excepto en las mediterráneas del

noroeste de Baja California, donde son reemplazados por las comunidades arbustivas y herbáceas de saladares de la clase *Limonio californici–Frankenietea salinae* (Peinado et al., 1995b). En todas las localidades muestreadas los manglares presentan una zonación similar a la observada en otras zonas norteamericanas, caribeñas y mesoamericanas (Peinado et al., op cit.).

DISCUSIÓN

Los resultados aquí plasmados ilustran el escenario geobotánico de un territorio donde los gradientes y ritmos climáticos condicionan y moldean la vegetación. La heterogeneidad ecológica del área considerada permitió el reconocimiento de una secuencia de tipos de vegetación que se sustituyen latitudinalmente o altitudinalmente como respuesta a las condiciones climáticas cambiantes, dando lugar a los denominados pisos o cinturas de vegetación. Este remplazo adaptativo a sucesivos pisos bioclimáticos se delimita en función de termotipos y ombrotipos.

A excepción de algunas estaciones próximas a la cota de 1000 m situadas en el noroeste de Baja California, y donde los inviernos más severos favorecen las heladas, toda la zona analizada está libre de ellas por lo que la vegetación está más condicionada por el ritmo y el conjunto de las precipitaciones que por las bajas temperaturas. En respuesta al ritmo de lluvias, en la zona de estudio, al igual que en el resto de México, aparecen dos macrobioclimas: Mediterráneo y Tropical. El macrobioclima Mediterráneo se caracteriza por presentar inviernos húmedos y veranos secos con un mínimo de dos meses consecutivos con precipitación inferior al doble de la temperatura media (Pm< 2Tm) (Bagnouls y Gaussen, 1953). Esta caracterización permite discriminar la mayoría de las estaciones tropicales frente a las mediterráneas en toda Norteamérica (Macías, 2009; Peinado et al., 2010, 2011) y, por ende, en la zona de estudio.

Las zonas tropicales se caracterizan por presentar una estación de lluvias coincidente con el período más cálido del año, en contraste con otro de sequía de duración variable coincidente con la temporada de temperaturas relativamente más bajas (Walter, 1985). En función de la duración, cuantía y eficiencia de las precipitaciones, esta última condicionada por las temperaturas, es posible identificar los diferentes bioclimas. Para el territorio Tropical del área de estudio, su amplio rango latitudinal lleva asociado una alta complejidad climática, reflejada en la presencia de los cinco bioclimas Tropicales que se identifican en la Tierra, y en las diferentes estructuras de las formaciones vegetales asociadas.

El bioclima Tropical Hiperdesértico se corresponde con una zona de transición con influencia tanto del régimen Mediterráneo como Tropical; la presencia de *Larrea tridentata*, entre otros taxones, confirma la adscripción Tropical de su vegetación (Peinado et al., 2010, 2011).

Al sur de Bahía Asunción (Baja California Sur), coincidiendo con la aparición de los manglares, inicia el bioclima Tropical Desértico, predominante en el resto de la península excepto en algunas estaciones Tropical Xéricas y Tropical Hiperdesérticas. Las primeras están situadas en zonas altas (como Ejido San Matías, a 968 m s.n.m., que es la única estación Tropical Xérica del estado de Baja California) o en el extremo sur de la península, en la provincia biogeográfica Sanlucana, que por su posición meridional y más oriental con respecto al resto de la península, están más influidas por las precipitaciones de origen convectivo y por los huracanes del Pacífico. En las estaciones con ombrotipo Árido, localizadas en el pasillo formado por los valles aledaños a la desembocadura del Río Colorado, noreste de Baja California (Colonia Mariana, Cerro Prieto, Colonia San Pedro Mártir y Colonia Juárez), el ritmo estacional de precipitación resulta doblemente influido tanto por las invernales que penetran hacia el interior a través de la Ruta Sonorense, como por las precipitaciones de fin del verano y principio de otoño. Así presentan un régimen bimodal de precipitaciones que difiere claramente del régimen unimodal que prevalece en el resto de la zona analizada. La escasez de lluvias y la influencia de los regímenes pluviales que afectan a estas zonas de transición mediterránea-tropical provocan unos ritmos de precipitación erráticos imposibles de ajustar a un modelo numérico.

Por ello la presencia de comunidades con *Larrea tridentata* es determinante para que, en esas zonas transicionales, una estación sea considerada como Tropical con independencia de que la clasificación utilizada la incluya en el macrobioclima Mediterráneo. Una situación análoga ocurre con otras dos localizadas en el Desierto Central (Chapala y San Agustín), que de acuerdo con la clasificación de Rivas-Martínez las ubica como Mediterráneo-Desérticas. Finalmente todas estas estaciones fueron registradas como tropicales, ya que su vegetación está dominada por especies crasicaulescentes y por arbustos xerofíticos (Peinado et al., 1995c, 2005), consideradas especies propias de la región Xerofítico-Mexicana (Rzedowski, 1978) y características de *Prosopido torreyanae–Fouquieretea splendentis*, una clase fitosociológica que encierra a la vegetación de los desiertos neotropicales norteamericanos (Rivas Martínez, 1997; Peinado et al., 2005).

En México continental, las estaciones septentrionales y más áridas, en su mayoría sonorenses (salvo Ahome y Mochicahui, en Sinaloa) presentan bioclima Tropical Desértico e Hiperdesértico, el primero de los cuales se extiende de forma casi continua entre San Luis Río Colorado y la cuenca septentrional del río Yaqui,

cerca de Guaymas. Al sur de esta localidad, coincidiendo con un incremento de las precipitaciones, comienza un grupo continuo de estaciones Tropical Xéricas en Sonora, Sinaloa y norte de Nayarit. En la costa central de Nayarit, donde el EVT alcanza la costa Pacífica, aparecen las primeras estaciones con bioclima Tropical Pluviestacional que, desde allí y de forma más o menos continua, se extienden hacia el sur, alternando, en las áreas que quedan en sombra de lluvias de los sistemas montañosos, con algunas estaciones de bioclima Tropical Xérico. Solo una estación, San Jerónimo (Chiapas), presenta bioclima Tropical Pluvial; si bien no es la que recoge mayor cantidad de precipitación (4126.5 mm), ésta se reparte de forma bastante uniforme a lo largo del año, lo que permite su encuadre en el bioclima Tropical Pluvial, a diferencia de Santo Domingo (Chiapas) (4768.4 mm), donde la precipitación presenta un pequeño descenso en el mes de febrero, responsable de su adscripción dentro del bioclima Tropical Pluviestacional.

Aunque los valores de precipitación y temperatura para cada estación están muy influidos por factores locales como la altitud, exposición y orografía, en la zona de estudio se observan varios gradientes latitudinales y longitudinales. En primer lugar, hay un claro incremento térmico hacia el sur. Por el contrario, el índice de continentalidad (Ic), disminuye latitudinalmente porque la estabilidad térmica aumenta en dirección al ecuador. La precipitación anual (P) en la zona de estudio oscila entre un mínimo de 41 mm (La Ventana, Baja California, probablemente el menor registro de Norteamérica), situada en el extremo septentrional de la zona de estudio, y el máximo de Santo Domingo anteriormente comentado, y que a su vez constituye el tercer registro más alto de la costa oriental del Pacífico Norte (Macías, 2009). En Baja California, mientras que la media de precipitaciones invernales para las estaciones de la costa del Pacífico es de 101 mm, para las del Golfo de California es cinco veces menor. Inversamente, la media de precipitaciones estivales para las estaciones del Golfo es cuatro veces mayor que la registrada en las del Pacífico.

A nivel del mar en la costa del Pacífico, Tijuana recibe 250 mm anuales. Esta cifra disminuye rápidamente hacia el sur a lo largo de la costa. En El Socorro, donde los chaparrales mediterráneos comienzan a declinar en beneficio de la vegetación desértica, recibe solo la mitad. Desde esta localidad hacia el sur la precipitación disminuye aún más, con los mínimos registrados al norte y al sur de la península del Vizcaíno, donde aún se registran lluvias invernales significativas, dentro del contexto de escasez general de estas áreas desérticas. Al sur de la península de El Vizcaíno, superadas Punta Eugenia y Bahía Tortugas, cesa el predominio de la precipitación invernal. Al sur de Bahía Magdalena, en plena latitud de los alisios y de los huracanes otoñales, aumentan tanto las precipitaciones de verano como las de otoño con

un incremento porcentual cada vez mayor según se avanza hacia el sur. Aunque estos gradientes norte-sur son muy notables, resultan oscurecidos por el espectacular gradiente oeste-este motivado por la influencia del Pacífico. Por ejemplo, entre las estaciones Ejido Valle de La Trinidad, en la vertiente pacífica, y La Ventana, en la del Golfo, separadas tan solo por 70 km, la precipitación invernal desciende de 124 mm a poco menos de 14 mm.

Las variaciones en la precipitación y la temperatura a lo largo del área de estudio están reguladas por factores latitudinales, longitudinales, regionales y locales. El hecho de que prácticamente la totalidad del territorio analizado libre de heladas, es responsable de que la vegetación esté condicionada principalmente por la cantidad y el ritmo de las precipitaciones. La acción distorsionadora del modelo macroclimático a escala regional es provocada por los grandes sistemas montañosos (SMO, EVT, SMS y SMCh), responsables de lluvias orográficas en las laderas de barlovento y fuertes sombras de lluvia en las de sotavento.

Para obtener una mejor correlación entre los bioclimas y la vegetación, se requiere llevar a cabo estudios a mayor escala, ya sea estatal o local, que permitan una equiparación más precisa y ajustada de los isobioclimas, así como seguir afinando en las relaciones clima-vegetación de cara al establecimiento y ajuste de un modelo predictivo de referencia frente a los procesos de cambio global.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado con fondos de un proyecto de investigación del Instituto Franklin de Investigación de Estudios Norteamericanos (Universidad de Alcalá). Los autores agradecen al profesor Dr. Francisco Alcaraz de la Universidad de Murcia la ayuda desinteresada para ejecutar el programa Bioclima, al Q.F.B. Ángel Pérez Zamora de la Universidad de Guadalajara, su colaboración en realización del mapa.

LITERATURA CITADA

Alcaraz, F. 2013. Bioclimatología con R. Universidad de Murcia. Disponible en: http://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/practica1.pdf

Anguiano, J., J. A. Ruiz, J. J. Alcántar, I. Vizcaíno e I. J. González. 2005. Estadísticas climatológicas básicas para el estado de Michoacán (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Uruapan, México. 248 pp.

Anónimo. 1995a. Síntesis de información geográfica del estado de Sonora. Información Digital. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Anónimo. 1995b. Síntesis de información geográfica del estado de Baja California Sur. Información Digital. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Anónimo. 1997. Imágenes digitales de la carta de uso del suelo y vegetación de México, Escala 1: 1 000 000. Cubrimiento Nacional en Disco Compacto. Información Digital. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Anónimo. 2001. Síntesis de información geográfica del estado de Baja California. Información Digital. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Anónimo. 2002. Síntesis de información geográfica del estado de Nayarit. Información Digital Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Anónimo. 2013. Servicio Meteorológico Nacional y Comisión Nacional del Agua <http://smn.cna.gob.mx> (consultado de septiembre de 2011 a septiembre de 2012).

Bagnouls, F. y H. Gaussen 1953. Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 88: 193-239.

Balvanera, P., G. Segura, C. Siebe y M. Martínez. 2001. Patterns of Beta diversity in a tropical dry forest. J. Veg. Sci. 13: 145-158.

Beard, J. S. 1973. The physiognomic approach. In: Whittaker, R. H. (ed.). Ordination and classification of communities. Dr. W. Junk Publishers. The Hague, Holanda. pp. 355-387.

Box, E. O. 1981. Macroclimate and plant forms: an introduction to predictive modeling in phytogeography. Dr. W. Junk Publishers. The Hague, Holanda. 258 pp.

Brouillet, L. y R. D. Whetstone. 1993. Climate and physiography. In: Flora of North America Editorial Committee (eds.). Flora of North America north of Mexico. Vol. 1. Oxford University Press. New York, USA. pp. 15-46.

Brown, D. E., F. W. Reichenbacher y S. Franson. 1998. The biotic communities of North America. University of Utah Press. Salt Lake City, USA. 141 pp.

Bryson, R. A. y F. K. Hare. 1974. The climates of North America. In: Landsberg, H. E. (ed.). World survey of climatology. Elsevier. Amsterdam, Holanda. pp. 1-47.

Búrquez, A., A. Martínez-Yrízar, R. S. Felger y D. Yetman. 1999. Vegetation and habitat diversity at the southern edge of the Sonoran Desert. In: Robichaux, R. H. (ed.). Ecology of Sonoran Desert plants and plant communities. University of Arizona Press. Tucson, USA. pp. 36-67.

Búrquez, A., M. E. Miller y A. Martínez-Yrízar. 2002. Mexican grasslands, thornscrub and the transformation of the Sonoran Desert by invasive exotic buffelgrass (*Pennisetum ciliare*). In: Tellman, B. (ed.). Invasive exotic species in the Sonoran Region. University of Arizona Press. Tucson, USA. pp. 126-146.

Cress, J., R. Sayre, P. Comer y H. Warner. 2009. Terrestrial ecosystems. Isobioclimates of the conterminous United States: U. S. Geological Survey Scientific Investigations Map 3084, scale 1:5 000 000, 1 sheet. Disponible en http://pubs.usgs.gov/sim/3084.

Del Río-González, S. 2005. El cambio climático y su influencia en la vegetación de Castilla y León (España). Itinera Geobot. 16: 5-534.

Douglas, M. W., R. A. Maddox y K. Howard. 1993. The Mexican monsoon. J. Climate 6: 1655-1677.

Felger, R. S. 2000. Flora of the Gran Desert and Río Colorado of Northwestern Mexico. University of Arizona Press. Tucson, USA. 673 pp.

Géhu, J. M. 2006. Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales. J. Cramer. Berlín-Stuttgart, Alemania. 899 pp.

Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. In: Bullock, S. H., H. A. Mooney y E. Medina (eds.). Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press. Cambridge, UK. pp. 146-194.

Gentry, H. S. 1942. Río Mayo plants. A study of the flora and vegetation of the Valley of the Río Mayo, Sonora. Carnegie Inst. Wash. Pub. 527: 1-328.

Giménez de Azcárate, J., M. Á. Macías y F. Gopar. 2013. Bioclimatic belts of Sierra Madre Occidental (México): A preliminary approach. Inter. J. Geobot. Research 3(1): 19-35.

González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo, J. A. Tena, L. Ruacho, I. L. López-Enríquez. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: una síntesis. Acta Bot. Mex. 100: 351-403.

Google Earth. 2013. *vs 5.1.3533.1731. Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO,* US Dept of State Geographer.

Hamilton, W. 1971. Recognition on space photographs of structural elements of Baja California. U.S. Geological Surv. Prof. Paper 718: 1-26.

Hastings, J. R. y R. M. Turner. 1965. Seasonal precipitation regimes in Baja California, Mexico. Geogr. Ann. 47: 204-223.

Larcher, W. 2003. Physiological plant ecology. 4a. ed. Springer-Verlag. Berlin, Alemania. 513 pp.

Leopold, A. S. 1950. Vegetation zones of México. Ecology 31: 507-518.

Macías, M. Á. 2009. Estudio de las relaciones entre zonobiomas, bioclimas y vegetación en la costa del Pacífico norteamericano. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, España. 634 pp.

MacMahon, J. A. y F. W. Wagner. 1985. The Mohave, Sonoran and Chihuahuan deserts of North America In: Evanari, M., Y. Noy-Meir y D. W. Goodall (eds.). Ecosystems of the world: Hot deserts and arid shrublands. Vol. 12. Elsevier. Amsterdam, Holanda. pp. 105-202.

Martin, P. S. y D. A. Yetman. 2000. Introduction and prospect: Secrets of a tropical deciduous forest. In: Robichaux, R. H. y D. A. Yetman (eds.). The tropical deciduous forest of Alamos. Biodiversity of a threatened ecosystem in Mexico. The University of Arizona Press. Tucson, USA. pp. 3-18.

Medina, C., F. Gopar, J. Giménez de Azcárate y A. Velázquez. 2012. Análisis bioclimático y estudio de la vegetación del transecto Pico del Tancítaro-Valle de Apatzingán, Michoacán, México. In: Mas, J. F. y G. Cuevas (comps.). Memorias XIX Reunión Internacional Geógrafos Latinoamericanos. Sociedad Latinoamericana de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, México. pp. 293-301.

Mosiño, P. A. y E. García. 1974. The climate of Mexico. In: Bryson, R. A. y F. K. Hare (eds.). Climates of North America. Elsevier. Amsterdam y New York. pp. 345-404.

Müller, M. J. 1982. Selected climatic data for a global set of standard stations for vegetation science. Dr. W. Junk Publ. The Hague, Holanda. 306 pp.

Peinado, M. y J. Delgadillo Rodríguez. 1990. Introducción al conocimiento fitotopográfico de Baja California (México). Studia Bot. 9: 25-39.

Peinado, M., F. Alcaraz, J. L. Aguirre y J. Álvarez. 1994a. Vegetation formations and associations of the zonobiomes along the North American Pacific coast. Vegetatio 114: 123-135.

Peinado, M., F. Alcaraz, J. Delgadillo Rodríguez e I. Aguado. 1994b. Fitogeografía de la península de Baja California, México. Anales Jard. Bot. Madrid 51(2): 255-277.

Peinado, M., C. Bartolomé, J. Delgadillo Rodríguez e I. Aguado. 1994c. Pisos de vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Acta Bot. Mex. 29: 1-30.

Peinado, M., F. Alcaraz, J. L. Aguirre y J. Delgadillo Rodríguez. 1995a. Major plant associations of warm North American Deserts. J. Veg. Sci. 6: 79-94.

Peinado, M., F. Alcaraz y J. Delgadillo Rodríguez. 1995b. Syntaxonomy of some halophilous communities of North and Central America. Phytocoenologia 25: 23-31.

Peinado, M., F. Alcaraz, J. L. Aguirre, J. Delgadillo Rodríguez y J. Álvarez. 1995c. Similarity of zonation within Californian-Baja Californian and Mediterranean salt marshes. Southwest. Nat. 40: 388-405.

Peinado, M., F. Alcaraz, J. L. Aguirre, J. Delgadillo Rodríguez e I. Aguado. 1995d. Shrubland formations and associations in Mediterranean-Desert transitional zones of Northwestern Baja California. Vegetatio 117: 165-179.

Peinado, M., F. Alcaraz, J. L. Aguirre y J. Delgadillo Rodríguez. 1997a. Phytosociological, bioclimatic and biogeographical classification of woody climax communities of western North America. J. Veg. Sci. 8: 505-528.

Peinado, M., F. Alcaraz, J. L. Aguirre y J. M. Martínez-Parras. 1997b. Vegetation formations and associations of the zonobiomes along the North American Pacific coast: from Northern California to Alaska. Plant Ecol. 129: 29-47.

Peinado, M., J. Delgadillo Rodríguez y J. L. Aguirre. 2005. Plant associations of the El Vizcaíno Biosphere Reserve, Baja California Sur, Mexico. Southw. Nat. 50(2): 129-149.

Peinado, M., M. Á. Macías, J. Delgadillo Rodríguez y J. L. Aguirre. 2006. Major plant communities of North America's most arid region: the San Felipe Desert, Baja California, Mexico. Plant Bios. 140(3): 280-296.

Peinado, M., J. L. Aguirre, J. Delgadillo Rodríguez y M. Á. Macías. 2007. Zonobiomes, zonoecotones and azonal vegetation along the Pacific coast of North America. Plant Ecol. 191(2): 221-252.

Peinado, M., J. L. Aguirre, J. Delgadillo Rodríguez y M. Á. Macías. 2008. A phytosociological and phytogeographical survey of the coastal vegetation of western North America. Part I: plant communities of Baja California, Mexico. Plant Ecol. 196: 27-60.

Peinado, M., M. Á. Macías, J. L. Aguirre y J. Delgadillo Rodríguez. 2009. Fitogeografía de la costa del Pacífico de Norteamérica. Anales Jard. Bot. Madrid 66(2): 151-194.

Peinado, M., M. Á. Macías, J. L. Aguirre y J. Delgadillo Rodríguez. 2010. Bioclimate-vegetation interrelations in Northwestern Mexico. Southw. Nat. 55(3): 311-322.

Peinado, M., M. Á. Macías, J. L. Aguirre y J. Delgadillo Rodríguez. 2011. Bioclimates and vegetation along the Pacific basin of Northwestern Mexico. Plant Ecol. 212: 263-281.

Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 3a. ed. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México. 523 pp.

Rivas-Martínez, S. 1997. Syntaxonomical synopsis of the North America natural potential vegetation communities, I. Itinera Geobot. 10: 5-148.

Rivas-Martínez, S., S. Rivas Sáenz y A. Penas. 2011. Worldwide bioclimatic classification system. Global Geobot. 1: 1-634.

Rivas-Martímez, S., D. Sánchez-Mata y M. Costa. 1999. North America boreal and western temperate forest vegetation (Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America II). Itinera Geobot. 12: 5-316.

Ruiz, J. A., I. J. González, J. Anguiano, I. Vizcaíno, D. Ibarra, J. Alcalá, S. Espinoza y H. E. Flores. 2003. Estadísticas climatológicas básicas para el estado de Jalisco (Período 1961-2000). Libro Técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Tlajomulco de Zuñiga, México. 281 pp.

Ruiz, J. A., G. Medina, J. Grageda, M. M. Silva y G. Díaz. 2005a. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Sonora (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional del Noroeste. Ciudad Obregón, México. 170 pp.

Ruiz, J. A., G. Medina, J. Macías, M. M. Silva y G. Díaz. 2005b. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Sinaloa (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional del Noroeste. Ciudad Obregón, México. 151 pp.

Ruiz, J. A., G. Díaz, S. D. Guzmán, G. Medina y M. M. Silva. 2006a. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Baja California (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional del Noroeste. Ciudad Obregón, México. 165 pp.

Ruiz, J. A., G. Medina, R. Meza, G. Díaz y V. Serrano. 2006b. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Baja California Sur (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional del Noroeste. Ciudad Obregón, México. 268 pp.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F., México. 432 pp.

Rzedowski, J. y G. Calderón. 2013. Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. Acta Bot. Mex. 102: 1-23.

Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contr. Univ. Michigan Herb. 9(1): 1-123.

Sánchez-Mejía, Z. M., L. Serrano-Grijalva, P. Peñuelas-Rubio, E. R. Pérez-Ruiz, E. Sequeiros-Ruvalcaba y M. T. García-Calleja. 2007. Composición florística y estructura de la comunidad vegetal del límite del desierto de Sonora y la selva baja caducifolia (Noroeste de México). Rev. Lat. Rec. Nat. 3(1): 74-83.

Sarukhán, J. 2005. Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálido-húmeda de México. In: Pennington, T. D. y J. Sarukhán (eds.). Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. México, D.F., México. pp. 3-46.

Serrano, V., G. Díaz, A. López, M. Á. Cano, A. D. Báez y E. R. Garrido. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Chiapas (período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Ocozocoautla de Espinosa, México. 186 pp.

Serrano, V., G. Medina, G. Díaz, A. Ruíz y M. Á. Cano. 2007. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Guerrero (período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 7. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, México. 233 pp.

Serrano, V., M. M. Silva, M. Á. Cano, G. Medina y A. Ruiz. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Oaxaca (período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Oaxaca, México. 272 pp.

Shreve, F. 1951. Vegetation of the Sonoran Desert. Carnegie Inst. Wash. 591: 1-192.

Shreve, F. y I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. 2 vols. Stanford University Press. Stanford, USA. 1740 pp.

Takhtajan, A. 1986. Floristic regions of the world. University of California Press. Berkeley, USA. 522 pp.

Trejo, I. y R. Dirzo 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. Biodiv. Conserv. 11: 2063-2084.

Tropicos. 2013. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org> (consultado de agosto de 2010 a septiembre 2011).

Tuhkanen, S. 1980. Climatic parameters and indices in plant geography. Acta Phytogeogr. Suec. 67: 1-110.

Turner, R. M., J. E. Bowers y T. L. Burgess. 1995. Sonoran Desert plants. An ecological atlas. The University of Arizona Press. Tucson, USA. 504 pp.

Tüxen, R. 1956. Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Genenstand der Vegetationskartierung. Angew. Pflanzensoz. Stolzenau 13: 5-42.

Van Devender, T. R., A. C. Sanders, R. K. Wilson y S. A. Meyer. 2000. Vegetation, flora, and seasons of the Río Cuchujaqui, a tropical deciduous forest near Alamos, Sonora. In: Robichaux, R. H. y D. A. Yetman (eds.). The tropical deciduous forest of Alamos. Biodiversity of a threatened ecosystem in Mexico. The University of Arizona Press. Tucson, USA. pp. 36-101.

Vizcaíno, I., J. A. Ruiz, J. Anguiano y I. J. González. 2007. Estadísticas climatológicas básicas y clasificación climática del estado de Colima (Periodo 1961-2002). Libro Técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Tecomán, México. 132 pp.

Walter, H. 1985. Vegetation of the earth and ecological systems of the geobiosphere. 3a. ed. Springer-Verlag. Berlin, Alemania. 318 pp.

Westhoff, V. y E. van der Maarel. 1973. The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker, R. H. (ed.). Ordination and classification of communities. Dr. W. Junk Publishers. The Hague, Holanda. pp. 617-626.

Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford, USA. 1025 pp.

Recibido en agosto de 2013.

Aceptado en mayo de 2014.



NORMAS EDITORIALES E INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Acta Botanica Mexicana es una publicación del Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas. Todo artículo que se presente para su publicación deberá dirigirse al Comité Editorial de *Acta Botanica Mexicana*, en el entendido de que todos los autores están de acuerdo en su publicación; las contribuciones deberán ser originales e inéditas y no haber sido publicadas ni enviadas simultáneamente a otra revista para su publicación. Los artículos serán evaluados por pares, en principio los árbitros mantendrán su anonimato. Toda contribución deberá ajustarse a las siguientes normas e instrucciones.

NORMAS

Principalmente se publicarán artículos escritos en español, aceptándose cierta proporción de trabajos redactados en inglés, francés o portugués. Todo trabajo recibido por el Comité Editorial merecerá un inmediato acuse de recibo.

El Comité Editorial considerará, en primera instancia, la presentación y el estilo del artículo. Posteriormente será sometido a un sistema de arbitraje por pares. En el referéndum participarán dos científicos especialistas en el tema, cuyas opiniones serán consideradas para la aceptación del trabajo. En caso de divergencia entre los árbitros, el artículo y las opiniones serán presentadas a un tercer revisor. Cuando el trabajo haya sido aceptado, el manuscrito con los dictámenes de los revisores se enviará a los autores para realizar las modificaciones pertinentes. Si la versión corregida no fuera devuelta en los seis meses posteriores a la recepción de la revisión se considerará que el trabajo ha sido retirado para su publicación. La decisión final sobre la aceptación de un trabajo corresponderá al propio Comité Editorial, tomando en cuenta las opiniones de los revisores.

El orden de publicación atenderá a las fechas de recepción y aceptación del trabajo. La fecha de recepción corresponde a la versión que cumple con los requerimientos de presentación y estilo solicitados por la revista. Cuando el trabajo sea aceptado para su publicación, el autor principal será notificado por escrito del número de revista en el que aparecerá y los costos derivados del derecho de página y compra de sobretiros.

No se aceptarán trabajos que, pudiendo integrarse como unidad, sean presentados por separado en forma de pequeñas contribuciones o notas numeradas. Asimismo, no serán aceptadas contribuciones preliminares o inconclusas, que sean factibles de terminar a mediano o corto plazos. Todo trabajo rechazado para su publicación no será aceptado con posterioridad.

INSTRUCCIONES

Enviar el escrito, incluyendo las imágenes y cuadros, en versión electrónica (en formato Word o RTF). La versión impresa puede ser enviada, pero no es indispensable. Las imágenes (ilustraciones en dibujo de línea, fotografías, gráficas y mapas), además deberán enviarse como archivos separados del documento de texto; en su presentación considere el formato de la revista. Los originales eventualmente pueden ser requeridos en cualquier etapa del proceso editorial.

El texto deberá ir a doble espacio, con letra de 12 puntos, en tamaño carta (21.5 x 28 cm), con márgenes de 3 cm, numeradas consecutivamente desde los resúmenes hasta la literatura citada. La carátula incluirá el título en español y en inglés, el nombre completo del autor o autores, créditos institucionales, dirección postal y electrónica. Favor de especificar el autor de contacto. Las leyendas

de las ilustraciones se concentrarán todas en secuencia numérica en una (o varias) hojas por separado. La ubicación aproximada de cada figura deberá señalarse en el texto, anotando el número de figura en el margen izquierdo.

El texto debe incluir un resumen en el idioma en el que está escrito y/o en español, con una extensión proporcional a la del trabajo. Si el artículo está escrito en inglés, francés o portugués, se recomienda un amplio resumen en español.

Los dibujos de línea y las fotografías deberán tener resoluciones mínimas de 600 y 300 dpi respectivamente y guardarse con la extensión .tiff. Las gráficas y mapas generados en programas de análisis estadístico o sistemas de información geográfica, deberán entregarse en los formatos eps o pdf; si se incluyen gráficas en Excel, deberán también presentarse en el mismo formato de este programa. La publicación de imágenes en color implica un costo adicional; se recomienda agruparlas en láminas, evitando su presentación en forma aislada.

Para consignar las referencias bibliográficas en el texto se empleará el estilo Harvard. En el apartado de Literatura Citada las citas se presentarán en orden alfabético, según las primeras letras del apellido del primer autor. Todas las referencias en el texto deberán aparecer en esta sección y viceversa.

Cada componente de una cita, según se trate de un artículo, libro, tesis, etc., se separará con un punto. El orden de dichos componentes es en el caso de artículos: autor(es), año de publicación, título del artículo, nombre abreviado de la revista, volumen y páginas (separando volumen de página con dos puntos); en el de libros: autor(es), año, título, nombre del editor (si existe), número de la edición (si no es la primera), nombre y ubicación de la editorial (Ed.) o de la Institución donde se imprimió la obra y paginación total o específica si sólo se consultó parte de la obra. Para las referencias electrónicas se sigue el patrón básico de un libro, incluyendo la dirección en internet y la fecha de consulta.

Todo trabajo de tipo taxonómico deberá ajustarse a la última edición del Código Internacional de Nomenclatura Botánica.

La contribución deberá estar redactada y escrita correctamente y sin errores. Se sugiere que el borrador del artículo se someta a la lectura de por lo menos dos personas con experiencia en la redacción de trabajos similares. Para cualquier duda referente a la presentación de los escritos consulte la página de la revista: http://www1.inecol.edu.mx/abm

COSTOS DE PUBLICACIÓN Y SOBRETIROS

El Instituto de Ecología no pretende lucrar con la publicación de *Acta Botanica Mexicana*; a través de la solicitud de una contribución institucional para el financiamiento de cada publicación, sólo trata de recuperar una parte de los gastos derivados de dicha actividad.

La cuota por concepto de derecho de página es de $20.00 para México y $ 16.00 u.s.d. para el extranjero, quedando sujeta a cambios posteriores acordes con el aumento de los costos de impresión y relativos. El monto de la contribución se indicará junto con la aceptación definitiva del trabajo, de manera que el autor disponga de tiempo para tramitar esta ayuda.

Se obsequiarán a los autores 25 sobretiros por artículo. Si se desean sobretiros adicionales éstos se cobrarán al costo de impresión de los mismos. Al devolver a los editores las pruebas de plana corregidas, cada autor deberá incluir el importe determinado para la publicación de su trabajo y de los sobretiros extras solicitados.

Enviar correspondencia a: *Acta Botanica Mexicana*. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Apartado postal 386, Ave. Lázaro Cárdenas 253, C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán. correo electrónico: rosamaria.murillo@inecol.mx

Toda correspondencia referente a suscripción, adquisición de números o canje, debe dirigirse a:

Acta Botanica Mexicana

Instituto de Ecología, A. C.
Centro Regional del Bajío
Apartado postal 386
61600 Pátzcuaro, Michoacán, México
rosamaria.murillo@inecol.mx
Suscripción anual: México $300.00 Extranjero $30.00 U.S.D.

Acta Botanica Mexicana, Núm. 109, octubre 2014. Publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., a través del Centro Regional del Bajío. Editor responsable: Jerzy Rzedowski Rotter. Composición tipográfica: Damián Piña Bedolla. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2004-0719192751000-102, ISSN 0187-7151, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de título No. 13454, Certificado de Licitud de Contenido No. 11027, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación: Ave. Lázaro Cárdenas 253, C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. Tel. (434) 3 42 26 98. Impresa por Imprenta Tavera Hermanos, S.A. de C.V., Ave. Lázaro Cárdenas 3052, Col. Chapultepec Sur, C.P. 58260 Morelia, Michoacán, México. Distribuidor: Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Ave. Lázaro Cárdenas 253, C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. Este número se terminó de imprimir el 1 de octubre de 2014 con un tiraje de 500 ejemplares. www1.inecol.edu.mx/abm



Acta Botanica Mexicana, **Núm. 109 (2014)**

CONTENIDO